

Andrés, Ignacio

Urbanización de un loteo en la ciudad de Chazón

**Tesis para la obtención del título de grado de
Ingeniero Civil**

Directores: Ganancias Martínez, Facundo Matías

Fontana, José Marcos

Documento disponible para su consulta y descarga en Biblioteca Digital - Producción Académica, repositorio institucional de la Universidad Católica de Córdoba, gestionado por el Sistema de Bibliotecas de la UCC.



**UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE CÓRDOBA**

Universidad Jesuita

TRABAJO FINAL
**Urbanización de un loteo en la ciudad
de Chazón**

Documentación de conformación del Informe Final
Cátedra Trabajo Final – Ingeniería Civil

Andrés, Ignacio

2020



AGRADECIMIENTOS

Como en toda actividad de la vida, a la que se le dedica esfuerzo y sacrificio, uno desea que el resultado le brinde satisfacción y orgullo. Tal es el caso del presente Trabajo Final, donde se plasmaron los conocimientos adquiridos durante estos años de formación académica.

A todas las personas que contribuyeron de una u otra forma en este camino transitado, les agradecemos profundamente.

No podemos empezar por otros que no sean nuestros padres, dos pilares fundamentales, que con mucho esfuerzo y trabajo nos dieron la posibilidad de tener una buena educación y siempre nos apoyaron en nuestras decisiones desde el primer momento que elegimos esta carrera.

A nuestros hermanos, amigos y familiares que siempre nos apoyaron, se interesaron y preocuparon en nuestros estudios.

A nuestros coordinadores de trabajo final: Ing. Facundo Ganancias e Ing. Marcos Fontana que siempre nos ayudaron, brindándonos su tiempo, sus conocimientos y sus experiencias para poder desarrollar de manera correcta el presente Trabajo Final.

A la ingeniera Constance Pirard, una gran docente quién nos ha ayudado en reiteradas oportunidades a solucionar cualquier inconveniente y nos ha impulsado a seguir en momentos de desmotivación, mediante su vocación y amor a la profesión.

A la Universidad Católica de Córdoba y todos los profesores que nos acompañaron en este largo camino y contribuyeron en nuestra formación como personas y futuros profesionales.

¡A todos, muchas gracias!

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 4 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



RESUMEN

En este Trabajo Final se presentan los estudios necesarios para la realización de un loteo a construir en la ciudad de Chazón, provincia de Córdoba. Para su ejecución es necesario tener en cuenta las tareas a realizar para el emplazamiento, y cómo influyen estas desde el punto de vista económico, ambiental y técnico.

El trabajo se dividió en seis tareas: la elaboración de un estudio hidrológico, una red de agua potable, una red colectora de residuos cloacales, una estación de bombeo, una evaluación de impacto ambiental y, finalmente, un cómputo métrico y presupuesto.

En la primera tarea, la elaboración de un estudio hidrológico, se debió analizar cómo afecta la realización del loteo a la hidrología pre-existente, debido al cambio de uso de suelo, estudiando las características de las cuencas para lograr que el caudal pico de salida del loteo sea el mismo antes y después de la urbanización.

En lo que respecta a la red de agua potable, se la definió como una red cerrada, se realizó el diseño del trazado de la red con el software AutoCAD y luego con la utilización de otro software, WaterCAD, se fijó mediante una simulación las presiones en los nodos, tamaños de cañería y velocidades en cada tramo.

Para definir la red colectora cloacal se tuvo en cuenta criterios de diseño en base a la norma del Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento (ENOHSA), priorizando que la circulación del líquido sea por gravedad.

Tras obtener el diseño de la red colectora cloacal, consideramos la necesidad de contar con una estación de bombeo que impulse los líquidos recolectados en el loteo hacia otra estación de bombeo proyectada en el tendido cloacal de la localidad de Chazón y de allí finalicen en una planta de tratamiento.

El diseño y cálculo hidráulico de la misma ha sido llevado a cabo bajo reglamentación de normas emitidas por el ENOHSA, más precisamente en su capítulo número 10, el cuál trata acerca de Estaciones de bombeo en toda su extensión.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 6 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



La ejecución del cálculo y diseño estructural de la mencionada estación, se llevó a cabo en base a las disposiciones recomendadas y exigidas por el reglamento CIRSOC, emitido por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (I.N.T.I.). A su vez, se siguieron los procedimientos y expresiones detalladas por el profesor Ing. Carlos Larsson en su bibliografía titulada “Hormigón Armado y Pretensado”, más precisamente en el capítulo 18 de la misma. También, se ha hecho uso de herramientas proporcionadas y recomendadas en diferentes cátedras cursadas a lo largo de la carrera.

La evaluación de impacto ambiental es indispensable debido a que el medio ambiente se va a ver modificado por la realización de los procesos anteriormente nombrados; se realizó una matriz de Leopold en donde se especifican cada una de las etapas.

Por último, el cómputo métrico y presupuesto de la obra permite evaluar la factibilidad del proyecto.

PALABRAS CLAVE: urbanización, hidrología, red de agua potable, red colectora cloacal, estación de bombeo, impacto ambiental, cómputo métrico y presupuesto.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 7 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



ABSTRACT

The aim of this Final Work is to present the studies that must be carried out in order to be able to do a lot in the city of Chazón, province of Córdoba. In its realization its necessary to consider all of the tasks that must be done for the sitting and analyze it's economic, environmental and technical consequences.

The work involves the following 6 tasks: an hydrological study, the realization of a drinking water network and a sewer network, a pumping station, an environmental impact study, metric calculation and budget drafting.

For the first of them, was necessary to study the pre-existing technology, the changes in it due to the use of the land and the characteristics of the catchments areas. All this, to be able to maintain the peak flow after the urbanization.

Regarding the drinking water network, it was defined as a closed one and was designed using AutoCAD software. After that, the software WaterCAD was used to run a simulation to analyze pressure in the nodes, dimensions and flow rates in every section.

The design criteria for sewer network was developed according to the National Entity of Water Works of Sanitation norm. It was prioritized the sewage water circulation by gravity.

After obtaining the design of the sewage collection network, we consider the need to have a pumping station that drives the liquids collected in the lot to another pumping station projected in the sewer line of the town of Chazón and from there they end up in a plant of treatment.

The hydraulic design and calculation of it has been carried out under regulations of standards issued by the ENOHSA, more precisely in its chapter number 10, which deals with pumping stations in their entirety.

The execution of the calculation and structural design of the mentioned station was carried out based on the provisions recommended and required by the CIRSOC regulation, issued by the National Institute of Industrial Technology

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 9 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



(I.N.T.I.). In turn, the procedures and expressions detailed by Professor Ing. Carlos Larsson were followed in his bibliography entitled “Hormigón Armado y Pretensado”, more precisely in chapter 18 of that one. Also, use has been made of the tools provided and recommended in different chairs taken throughout the degree.

The environmental impact study is essential due to the modifications that the urbanization process implies. A Leopold matrix specifying different stages was made.

Finally, the metric calculation and the budget drafting allows us to evaluate the feasibility of the project.

KEYWORDS: urbanization, hydrology, drinking water network, sewer network, pumping station, environmental impact, metric computation and budget.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 10 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	25
II. OBJETIVOS	27
II. A.-OBJETIVOS GENERALES.....	27
II. B.-OBJETIVOS PARTICULARES.....	27
III. ALCANCE Y METAS	29
IV. MARCO TEÓRICO: URBANIZACIONES.....	31
V. CÓDIGO DE EDIFICACIÓN EN LA LOCALIDAD DE CHAZÓN.....	33
V. A.-APERTURA DE CALLES	33
V. B.-TRAZADO DE MANZANAS	33
V. B. 1.- FORMA.....	33
V. B. 2.- DIMENSIONES	34
V. C.-NIVELES.....	34
V. D.- NOMENCLATURAS	34
V. E.-INFRAESTRUCTURA	34
V. F.-ARBOLADO DE LAS CALLES Y ESPACIOS VERDES	35
VI. MARCO TEÓRICO: HIDROLOGÍA.....	37
VI. A.- PROCESOS HIDROLÓGICOS	37
VI. A. 1.- DEFINICIÓN DE HIDROLOGÍA	37
VI. A. 2.- CICLO DEL AGUA	37
VI. A. 3.- EVAPORACIÓN Y TRANSPIRACIÓN	38
VI. A. 4.- INFILTRACIÓN.....	39
VI. A. 5.- PÉRDIDAS	39
VI. B.- CUENCAS	43
VI. B. 1.- DEFINICIÓN.....	43
VI. B. 2.- CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS	44
VI. C.- PRECIPITACIONES	46
VI. C. 1.- DEFINICIÓN.....	46
VI. C. 2.- DETERMINACIÓN DE LA LLUVIA MEDIA.....	47
VI. C. 3.- MEDICIÓN DE PRECIPITACIONES.....	51
VI. D.- OTRAS DEFINICIONES	53
VII. MARCO TEÓRICO: RED DE AGUA POTABLE.....	57
VII. A.- INTRODUCCIÓN.....	57
VII. B.- ENOHSA.....	57
VII. B. 1.- CALIDAD DEL AGUA A TRATAR.....	58
VII. B. 2.- SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	59
VIII. MARCO TEÓRICO: RED COLECTORA DE LÍQUIDOS CLOCALES	63

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 12 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



VIII. A.-	INTRODUCCIÓN	63
VIII. B.-	CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES.....	63
VIII. C.-	MATERIALES	65
VIII. D.-	VELOCIDADES MÍNIMAS Y MÁXIMAS.....	66
VIII. E.-	PENDIENTES.....	66
VIII. F.-	TAPADAS.....	68
VIII. G.-	BOCAS DE REGISTRO	69
VIII. H.-	CONEXIONES DOMICILIARIAS – ACOMETIDAS A LA RED 72	
VIII. I.-	CONDICIONES GENERALES	72
IX.	DESCRIPCIÓN DE LA URBANIZACIÓN EN ESTUDIO	74
IX. A.-	HISTORIA.....	74
IX. B.-	UBICACIÓN Y VÍAS DE ACCESO	74
IX. C.-	CLIMA Y RELIEVE.....	77
IX. D.-	CARACTERIZACIÓN DE LA LOCALIDAD	78
IX. E.-	DISTRIBUCIÓN DE LA URBANIZACIÓN.....	78
IX. F.-	SERVICIOS.....	79
IX. F. 1.-	SERVICIO CLOACAL.....	79
IX. F. 2.-	SERVICIO DE AGUA POTABLE	79
IX. F. 3.-	OFERTA EDUCATIVA	80
IX. F. 4.-	TRANSPORTE.....	80
IX. F. 5.-	HOTELERÍA	80
IX. F. 6.-	ALUMBRADO PUBLICO	81
IX. F. 7.-	PARQUE INDUSTRIAL.....	81
IX. F. 8.-	OTROS SERVICIOS.....	81
IX. G.-	DISEÑO Y DIMENSIONES DE MANZANAS Y LOTES.....	82
IX. H.-	PROYECTO VIAL.....	82
IX. I.-	CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN	85
IX. I. 1.-	INTRODUCCIÓN	85
IX. I. 2.-	CONDICIONES GENERALES	86
IX. I. 3.-	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN	86
IX. I. 4.-	CONCLUSIÓN.....	91
X.	HIDROLOGÍA.....	94
X. A.-	MEMORIA DESCRIPTIVA.....	94
X. B.-	CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS DE APOORTE	94
X. B. 1.-	CUENCA EXTERNA AL LOTEEO.....	94
X. B. 2.-	CUENCAS DE APOORTE INTERNAS DEL LOTEEO	98
X. C.-	DETERMINACIÓN DE LLUVIA DE DISEÑO	106
X. D.-	MODELACIÓN HIDROLÓGICA DE CUENCAS.....	111
X. D. 1.-	MODELO COMPUTACIONAL UTILIZADO.....	111
X. D. 2.-	MODELACIÓN, CUENCA INTERNA, ESTADO ACTUAL	114
X. D. 3.-	MODELACIÓN, CUENCA INTERNA, ESTADO FUTURO	116

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
PÁGINA 13 DE 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



X. E.-ANÁLISIS, OBRA DE ATENUACIÓN PROPUESTA	120
X. E. 1.- COMPARACIÓN DE LOS TRES ESCENARIOS	125
X. F.-VERIFICACIÓN HIDRÁULICA DE CALLES DEL LOTE	126
XI. SISTEMA DE RED DE AGUA POTABLE.....	130
XI. A.- INTRODUCCIÓN.....	130
XI. B.- PARÁMETROS DE DISEÑO	131
XI. B. 1.- POBLACIÓN	132
XI. B. 2.- DEMANDA - DOTACIÓN.....	132
XI. B. 3.- TRAZADO DE LA RED	132
XI. B. 4.- CÁLCULO DE CONSUMOS.....	135
XI. C.- PRESENTACIÓN DEL MODELO EMPLEADO: WATERCAD.....	138
XI. D.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	139
XII. SISTEMA DE RED COLECTORA CLOACAL	145
XII. A.- INTRODUCCIÓN.....	145
XII. B.- CARACTERÍSTICAS GENERALES	145
XII. C.- PROYECTO DE RED COLECTORA.....	146
XII. C. 1.- CRITERIO DE DISEÑO	146
XII. C. 2.- TRAZADO DE LA RED.....	146
XII. C. 3.- DIÁMETROS Y MATERIALES.....	148
XII. C. 4.- DIMENSIONAMIENTO DE LA RED.....	149
XII. C. 5.- CÁLCULO DE DIÁMETROS	153
XIII. ESTACIÓN DE BOMBEO	158
XIII. A.- CONSIDERACIONES GENERALES Y DE PROYECTO.....	158
XIII. B.- OBRA CIVIL.....	160
XIII. C.- OBRA ELECTROMECÁNICA.....	161
XIII. D.- INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS	162
XIII. E.- DIMENSIONADO MEDIANTE DISEÑO Y CÁLCULO HIDRÁULICO.....	164
XIII. F.- SELECCIÓN DE LA BOMBA	169
XIII. F. 1.- CAUDAL DE BOMBEO.....	169
XIII. F. 2.- ALTURA GEOMÉTRICA DE BOMBEO	170
XIII. F. 3.- CAÑERÍA DE IMPULSIÓN Y PÉRDIDAS.....	172
XIII. F. 4.- ELECCIÓN DE LA BOMBA	176
XIII. G.- CÁLCULO ESTRUCTURAL	182
XIII. G. 1.- INTRODUCCIÓN.....	182
XIII. G. 2.- DEPÓSITOS RECTANGULARES	182
XIV. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO	200
XIV. A.- INTRODUCCIÓN.....	200
XIV. B.- RED DE AGUA	200
XIV. C.- RED DE CLOACA.....	201

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 14 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



XIV. D.-	HIDROLOGÍA	202
XIV. E.-	ESTACIÓN DE BOMBEO	203
XIV. F.-	CAÑERÍA DE IMPULSIÓN.....	204
XIV. G.-	RESULTADOS FINALES.....	205
XV.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	207
XV. A.-	INTRODUCCIÓN	207
XV. B.-	DATOS DEL PROYECTO	207
XV. C.-	CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO.....	207
XV. D.-	IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO.....	208
XV. E.-	MATRIZ DE LEOPOLD	210
XV. F.-	MEDIDAS DE MITIGACIÓN.....	211
XV. G.-	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	213
XVI.	CONCLUSIÓN.....	216
XVII.	BIBLIOGRAFÍA	218
XVIII.	ANEXO	220
XVIII. A.-	TABLAS.....	220
XVIII. A. 1.-	VERTEDERO	220
XVIII. A. 2.-	VERIFICACIÓN DE CALLES.....	222
XVIII. A. 3.-	CLOACAS.....	233
XVIII. A. 4.-	MATRIZ DE LEOPOLD.....	235
XVIII. B.-	PLANOS.....	237

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 15 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° VI-1. Ciclo hidrológico del agua.	38
Figura N° VI-2. Diferentes CN dependiendo el tipo y uso de suelo.....	42
Figura N° VI-3. Cuenca endorreica	43
Figura N° VI-4. Cuenca exorreica	44
Figura N° VI-5. Casos de elevación de la masa de aire.....	47
Figura N° VI-6. Media aritmética.....	48
Figura N° VI-7. Método de Thissen.	49
Figura N° VI-8. Método de las isoyetas.....	51
Figura N° VI-9. Pluviómetro.	52
Figura N° VI-10. Pluviógrafo.	52
Figura N° VI-11. Marcas de grabación de un Pluviógrafo.	53
Figura N° VI-12. Componentes de un hidrograma.....	54
Figura N° VIII-1. Pendiente terreno superior a pendiente máxima admisible	67
Figura N° VIII-2. Pendiente terreno entre máxima y mínima de cañería.....	67
Figura N° VIII-3. Pendiente terreno menor a la pendiente mínima de cañería. ...	68
Figura N° VIII-4. Cambio de dirección de la cañería.....	70
Figura N° VIII-5. Cambio de diámetro.....	70
Figura N° VIII-6. Boca de registro en un salto.....	70
Figura N° VIII-7. Boca de Registro en intersección de cañerías.....	71
Figura N° VIII-8. Boca de Registro en un cambio de pendiente	71
Figura N° VIII-9. Distancia máxima de separación entre bocas de registro	71
Figura N° IX-1. Ubicación Argentina.....	75
Figura N° IX-2. Ubicación de la provincia de Córdoba	75
Figura N° IX-3. Ubicación Dto. Gral. San Martín, en provincia de Córdoba	76
Figura N° IX-4. Ubicación de la localidad en el Depto. Gral. San Martín.....	76
Figura N° IX-5. Ubicación del loteo.....	77
Figura N° IX-6. Estructura urbana.....	79
Figura N° IX-7. Sección transversal	83
Figura N° IX-8. Perfil calle tipo 1.	84

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 17 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Figura N° IX-9. Perfil calle tipo 2.....	84
Figura N° IX-10. Perfil calle tipo 3.....	85
Figura N° X-1. Cuenca externa, Google Earth.....	95
Figura N° X-2. Cuenca externa, Carta IGM.....	95
Figura N° X-3. Alcantarilla relevada, foto 1	96
Figura N° X-4. Alcantarilla relevada, foto 2	97
Figura N° X-5. Alcantarilla relevada, foto 3	97
Figura N° X-6. Curvas de nivel de Global Mapper.....	99
Figura N° X-7. Tabla de valores CN, uso de suelo agrícola	100
Figura N° X-8. Cuencas internas después de la urbanización.....	103
Figura N° X-9. Tabla de valores CN, uso de suelo residencial.....	106
Figura N° X-10. Hietograma de diseño para 5 años.....	109
Figura N° X-11. Hietograma de diseño para 10 años.....	110
Figura N° X-12. Hietograma de diseño para 25 años.....	110
Figura N° X-13. Hietograma de diseño para 100 años.....	111
Figura N° X-14. Componentes del HEC-HMS	112
Figura N° X-15. Modelación cuencas internas antes de urbanizar	114
Figura N° X-16. Resultado cuencas internas antes de urbanizar.....	115
Figura N° X-17. Resultado gráfico, cuencas internas antes de urbanizar	115
Figura N° X-18. Perfil calzada 16 m.....	116
Figura N° X-19. Valores cargados en el programa para perfil calzada 16 m.....	117
Figura N° X-20. Perfil calzada 12 m.....	117
Figura N° X-21. Valores cargados en el programa para perfil calzada 12 m.....	118
Figura N° X-22. Modelación cuencas internas después de la urbanización	119
Figura N° X-23. Resultados, cuencas internas después de la urbanización.	119
Figura N° X-24. Resultados gráficos, cuencas internas después de urbanización	120
Figura N° X-25. Vertedero.....	122
Figura N° X-26. Modelación cuenca interna regulada.....	124
Figura N° X-27. Resultados obtenidos de cuenca regulada	124
Figura N° X-28. Resultados gráficos de cuenca regulada.....	125

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 18 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Figura N° XI-1. Red abierta.....	131
Figura N° XI-2. Red cerrada.....	131
Figura N° XI-3. Especificaciones técnicas	134
Figura N° XI-4. Trazado de la red.	143
Figura N° XII-1. Corte de calzada con red cloacal.....	147
Figura N° XII-2. Detalle de caño cloacal.....	148
Figura N° XII-3. Sección de cañería.....	153
Figura N° XII-4. Tabla de geometrías hidráulicas fundamentales.	155
Figura N° XII-5. Red de cloaca	156
Figura N° XIII-1. Cortes y accesorios de estación de bombeo.....	159
Figura N° XIII-2. Croquis de rejillas.	163
Figura N° XIII-3. Válvula esclusa.	164
Figura N° XIII-4. Volúmenes y altura de la cámara.	171
Figura N° XIII-5. Rendimiento de bombas Serie N.	177
Figura N° XIII-6. Ábaco de relación entre potencia, altura y caudal, para conexión trifásica.....	178
Figura N° XIII-7. Especificaciones técnicas de la bomba seleccionada según curva de rendimiento.....	179
Figura N° XIII-8. Dimensiones normalizadas de la bomba escogida. Medidas en mm.	180
Figura N° XIII-9. Empuje de suelo con depósito vacío.....	185
Figura N° XIII-10. Presión hidrostática sin empuje de tierras.....	185
Figura N° XIII-11. Planilla de Cálculo Estructural.	194
Figura N° XIII-12. Planilla de Cálculo Estructural.	194
Figura N° XIII-13. Planilla de Cálculo Estructural.	195
Figura N° XIII-14. Planilla de Cálculo Estructural.	195
Figura N° XIII-15. Planilla de Cálculo Estructural.	195
Figura N° XIII-16. Planilla de Cálculo Estructural.	196
Figura N° XIII-17. Planilla de Cálculo Estructural.	196
Figura N° XIII-18. Planilla de Cálculo Estructural.	197
Figura N° XIII-19. Planilla de Cálculo Estructural.	198
Figura N° XV-1. Casillero tipo.....	211

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Figura N° XV-2. Representación grafica214

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 20 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° IX-1. Datos del censo.....	86
Tabla N° IX-2. Resumen de los resultados obtenidos.....	92
Tabla N° X-1. Características cuencas internas antes de la urbanización.....	101
Tabla N° X-2. Características cauces internos antes de la urbanización.....	101
Tabla N° X-3. CN de las cuencas antes de la urbanización	101
Tabla N° X-4. Resultados de las cuencas internas antes de la urbanización.....	101
Tabla N° X-5. Características cuencas internas después de la urbanización	104
Tabla N° X-6. Características de los cauces después de la urbanización.....	104
Tabla N° X-7. CN de la cuenca interna después de la urbanización.....	105
Tabla N° X-8. Resultados de las cuencas internas después de la urbanización ..	105
Tabla N° X-9. Datos de curvas IDF	107
Tabla N° X-10. Distribución por sextiles	107
Tabla N° X-11. Lluvias de diseño para 5 años	108
Tabla N° X-12. Lluvia de diseño para 10 años	108
Tabla N° X-13. Lluvia de diseño para 25 años	108
Tabla N° X-14. Lluvia de diseño para 100 años	109
Tabla N° X-15. Resumen de caudales de salida antes de la urbanización	116
Tabla N° X-16. Resumen de caudales de salida después de la urbanización.....	120
Tabla N° X-17. Valores cargados en el HEC-HMS	122
Tabla N° X-18. Caudales de salida	126
Tabla N° X-19. Datos de las secciones de calles	127
Tabla N° X-20. Verificación de calles	128
Tabla N° XI-1. Población a servir	132
Tabla N° XI-2. Coeficientes de mayoración	136
Tabla N° XI-3. Caudal hectométrico.....	137
Tabla N° XI-4. Rango de velocidades.....	140
Tabla N° XI-5. Características de los tramos	140
Tabla N° XI-6. Rango de presiones.....	141
Tabla N° XI-7. Presiones de los nodos.....	142

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018	
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020	
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01	Página 22 de 237
DOCUMENTO CONTROLADO				
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				



Tabla N° XII-1. Dotación para el diseño	150
Tabla N° XII-2. Población a servir	151
Tabla N° XII-3. Valores de los coeficientes	151
Tabla N° XII-4. Caudales	152
Tabla N° XIII-1. Cálculos hidráulicos para la estación de bombeo.	168
Tabla N° XIII-2. Dimensiones de la estación de bombeo.	169
Tabla N° XIII-3. Tabla de cálculo de Altura Geométrica.....	171
Tabla N° XIII-4. Valores para el coeficiente C.	173
Tabla N° XIII-5. Cálculo de pérdidas totales.....	174
Tabla N° XIII-6. Cálculo de pérdidas totales.....	175
Tabla N° XIII-7. Cálculo de pérdidas totales.....	176
Tabla N° XIV-1. Cómputo y presupuesto Red de agua.....	201
Tabla N° XIV-2. Cómputo y presupuesto Red colectora cloacal	202
Tabla N° XIV-3. Cómputo y presupuesto Hidrología	203
Tabla N° XIV-4. Cómputo y presupuesto Estación de Bombeo	204
Tabla N° XIV-5. Cómputo y presupuesto Cañería de Impulsión	205
Tabla N° XVIII-1. Calculo de vertedero.....	220
Tabla N° XVIII-2. Verificación hidráulica de calles	222
Tabla N° XVIII-3. Red colectora cloacal	233
Tabla N° XVIII-4. Matriz de Leopold	235
Tabla N° XVIII-5. Listado de planos.....	237

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 23 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



I. INTRODUCCIÓN

El diseño de un nuevo centro urbano como cualquier actividad realizada por el hombre modifica el medio, la cuestión más importante a resolver es la transformación de un suelo rural en uno urbano. Ya que, previo a la intervención del hombre, el entorno goza de cierto equilibrio; por lo cual se deben hacer estudios correspondientes para que una vez modificado este medio, las consecuencias sean las menos influyentes, buscando acciones que preserven el equilibrio inicial.

A lo largo de la historia se puede ver como en la planificación de un desarrollo urbano las cuestiones hidrológicas son un punto débil, al cual no se le da la importancia necesaria, causando inundaciones y grandes problemas a la población que se encuentra principalmente aguas abajo del desarrollo. Conscientes de ello se consideró a este punto, para trabajar y desarrollar en profundidad, siguiendo lo establecido por la normativa de la Secretaria de Recursos Hídricos. La cual señala que el caudal pico de salida del loteo sea el mismo antes y después de la urbanización; y que las calles no presenten velocidades y tirantes de agua elevados; entre otras.

Otros puntos a trabajar para el desarrollo del loteo fueron, la realización de una red de agua potable y cloacas. Determinando el trazado, diámetros, materiales, longitudes y demás elementos para su correcto funcionamiento, siempre cumpliendo lo establecido por el ENOHSA.

Además, se computaron los principales materiales y actividades, para determinar el presupuesto del proyecto y así conocer la factibilidad del mismo.

Por último, se realizó una evaluación de impacto ambiental que sirve para identificar, evaluar y describir los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo. Este punto se realizando la Matriz de Leopold el cual es un método cualitativo y uno de los más utilizados.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 25 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



II. OBJETIVOS

II. A.- OBJETIVOS GENERALES

- Poner en práctica los conocimientos adquiridos en las diferentes materias de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Córdoba.
- Desarrollar todas las actividades requeridas para llevar a cabo una urbanización, tomando como premisa el confort y la comodidad de los futuros habitantes y el cumplimiento de las normativas vigentes en la provincia de Córdoba.

II. B.- OBJETIVOS PARTICULARES

- Aplicar y relacionar en un mismo proyecto los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera, principalmente en las materias de: Hidráulica I, Hidráulica II, Cálculo Estructural I, Ingeniería Sanitaria, Planeamiento y Urbanismo.
- Realizar:
 - la caracterización del lugar donde se emplazará la obra de ingeniería; analizando y aplicando los reglamentos vigentes.
 - el estudio hidrológico del lugar.
 - una red de agua potable y de cloacas.
 - la evaluación de impacto ambiental.
 - el cómputo métrico y presupuesto a fin de establecer la viabilidad económica.
- Profundizar conocimientos en el manejo de ciertos softwares, tales como AutoCAD, Microsoft Word y Excel; como así también interiorizarse en el uso de otros desconocidos hasta el momento, tales como WaterCAD y HEC-HMS.
- Cumplir con uno de los requisitos necesarios de la carrera para alcanzar el título de grado de “Ingeniero Civil”.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 27 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



III. ALCANCE Y METAS

El Trabajo Final, tiene como alcance realizar un estudio y desarrollo de una urbanización. Se busca la viabilidad económica y técnica para que en un futuro el proyecto pueda ser llevado a cabo, brindando a la sociedad una mejor calidad de vida.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 29 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



IV. MARCO TEÓRICO: URBANIZACIONES

La palabra urbanización procede de urbe, que quiere decir ciudad. Alude a la acción o consecuencia de urbanizar, proceso de concentración de la población y de sus actividades. Se refiere al conjunto de edificaciones que son construidas en un medio rural antiguo. Es el proceso con el cual se obtiene el crecimiento y el desarrollo de las ciudades. Las urbanizaciones poseen una serie de servicios básicos para que sus habitantes se desarrollen correctamente, tales como agua potable, electricidad, medio de transporte, sistemas de recolección de residuos y otros servicios que pueden llegar a ser básicos para sus residentes, según cada caso.

Cuando se urbaniza un terreno se divide en diversas entidades, sea en parcelas, manzanas, calles, polígonos, etc., para luego establecer la infraestructura y las viviendas necesarias.

Existen diversos modos de realizar urbanizaciones:

- Urbanizaciones cerradas, se tratan de barrio residenciales, donde su viabilidad y su ordenamiento son proyectados, ejecutados y mantenidos por un ente privado; posee un perímetro definido por rejas o muros y dispone entradas controladas por un servicio de seguridad. Cada urbanización determina su reglamento interno, como normas de tránsito, recolección de residuos, horarios de construcción, etc. Teniendo como objetivo lograr mayor armonía social y edilicia.
- Urbanizaciones públicas, se tratan de barrios donde el estado determina los modos y usos del suelo; en ellos conviven diferentes actores que establecen cierto dinamismo. Pueden coexistir usos privados, de comercio o residenciales, entidades públicas y espacios verdes; el cuidado y mantenimiento de la infraestructura responde ante el estado.

En cualquier tipo de urbanización tanto privada como pública siempre se debe respetar lo establecido por el código de edificación de cada municipio.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 31 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



V. CÓDIGO DE EDIFICACIÓN EN LA LOCALIDAD DE CHAZÓN

Previo al desarrollo y diseño de una urbanización es fundamental conocer y estudiar los códigos de edificación vigentes del área donde se emplazará cada proyecto; ya que las normas se crean con el fin de lograr una organización territorial coherente, manteniendo condiciones de sanidad, de circulaciones y de usos. Debido a esto, a continuación, se citarán algunos fragmentos del código de edificación vigente en la localidad de Chazón, en la cual se desarrolla el trabajo.

V. A.- APERTURA DE CALLES

Queda a consideración del Departamento Ejecutivo Municipal (D.E.M.) y Organismos Técnicos que este designe establecer la obligatoriedad del loteador a realizar la apertura, pavimentación y/o Cordón cuneta por su exclusiva cuenta una vez tomada la posesión de lo expropiado.

Se establecerán, las siguientes condiciones:

Que las nuevas manzanas resultantes tengan un lado mínimo de 44,00 metros o 59,00 metros cuando la manzana de origen sea de 100,00 metros o 130,00 metros respectivamente.

Que el fraccionamiento propuesto no dificulte el trazado urbanístico existente.

V. B.- TRAZADO DE MANZANAS

V. B. 1.- FORMA

El trazado de las manzanas será preferentemente rectangular aceptándose otras formas siempre que así lo justifique la topografía, orientación, límites del inmueble objeto del amanzanamiento, el trazado de sectores colindantes que hagan una clara y correcta legibilidad de la urbanización. Queda a criterio de la Oficina Técnica la aprobación de nuevos diseños en trazado de manzanas.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 33 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



V. B. 2.- DIMENSIONES

La dimensión del lado mayor no podrá exceder de 250,00 metros, salvo que razones topográficas, de diseño u otras de fuerza mayor debidamente fundadas así lo impusieron, si excediere los 200,00 metros deberá proyectarse un pasaje peatonal en la parte central de la manzana; de un ancho mínimo de 6,00 metros hasta los 50,00 metros de longitud superando esta deberá tener un espacio central de 200,00 metros cuadrados como mínimo.

V. C.- NIVELES

El relieve topográfico del conjunto y de cada una de las manzanas deberá tener pendientes suficientes que permitan la normal evacuación de las aguas pluviales hacia las calles colindantes.

V. D.- NOMENCLATURAS

El Departamento Ejecutivo designará los barrios, centros vecinales, avenidas y calles, pasajes públicos, plazas, plazoletas, parques, paseos, etc. El interesado podrá proponer nombres y el Honorable Concejo Deliberante tendrá la decisión en su aprobación.

V. E.- INFRAESTRUCTURA

En toda urbanización será obligatoria la realización de obras de provisión de agua corriente potable asegurada por organismos oficiales, energía eléctrica domiciliaria, alumbrado público de calles y parquización de espacios verdes y en casos que la Oficina Técnica lo considerase necesario otro tipo de infraestructura.

La urbanización propuesta deberá considerar la factibilidad de los desagües de agua pluviales, gas natural domiciliario, líneas telefónicas, teléfonos públicos, como así también red de desagües cloacales.

Todas las obras de infraestructura establecidas en el Artículo anterior se proyectarán, realizarán y conservarán a cargo exclusivo del loteador, de conformidad a lo establecido por las disposiciones de los organismos correspondientes.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 34 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



V. F.- ARBOLADO DE LAS CALLES Y ESPACIOS VERDES

Es obligación del loteador arbolar las calles de la urbanización y ejecutar las obras de mejoramiento y parquización de espacios verdes.

Las distancias entre árboles en calles, las especies, así como la cantidad de árboles por metro cuadrado para parquización de espacios verdes serán establecidas por la Oficina Técnica teniendo en cuenta las especies o plantas, las medianeras de las parcelas, las diferentes jerarquías viales, así como la necesaria compatibilización y coordinación con las columnas de alumbrado público y demás redes.

Conocer y estudiar el código de edificación vigente de la localidad de Chazón, anteriormente desarrollado, fue útil y necesario para llevar a cabo de manera correcta la nueva urbanización. La apertura de calles, el trazado de manzanas y parcelas, y la infraestructura continúan con la traza existente, manteniendo un orden visual y estructural con el que ya cuenta la ciudad.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 35 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



VI. MARCO TEÓRICO: HIDROLOGÍA

Con el objetivo de facilitar la comprensión a los lectores que no son afines al tema; a continuación, se establecerán una serie de definiciones fundamentales para la comprensión de los futuros cálculos que se realizarán.

VI. A.- PROCESOS HIDROLÓGICOS

VI. A. 1.- DEFINICIÓN DE HIDROLOGÍA

La hidrología es la ciencia que estudia el agua, su ocurrencia, circulación y distribución, sus propiedades físicas y químicas y su influencia sobre el medio ambiente, incluyendo su relación con los seres vivos. El dominio de la hidrología abarca la historia completa de la existencia del agua sobre la tierra. (U.S. Federal Council for Science and Technology, 1962)

VI. A. 2.- CICLO DEL AGUA

En la tierra, el agua existe en un espacio llamado hidrosfera, que se extiende desde unos quince kilómetros arriba en la atmósfera hasta unos kilómetros por debajo de la litosfera o corteza terrestre. El agua circula en la hidrosfera a través de un laberinto de caminos que constituyen el ciclo hidrológico.

El ciclo hidrológico es el foco central de la hidrología. El ciclo no tiene principio ni fin y sus diversos procesos ocurren en forma continua. En Figura N° VI-1 se muestra de forma esquemática como el agua se evapora desde los océanos y desde la superficie terrestre para volverse parte de la atmósfera; el vapor de agua se transporta y se eleva en la atmósfera hasta que se condensa y precipita sobre la superficie terrestre o los océanos; el agua precipitada puede ser interceptada por la vegetación, convertirse en flujo superficial y descargar en los ríos como escorrentía superficial. La mayor parte del agua interceptada y de escorrentía superficial regresa a la atmósfera mediante la evaporación. El agua infiltrada puede percolar profundamente para recargar el agua subterránea de donde emerge en manantiales o se desliza hacia ríos para formar la escorrentía superficial, finalmente fluye hacia

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 37 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

el mar o se evapora en la atmosfera a medida que el ciclo hidrológico continúa.
(CHOW V. T., 1994).

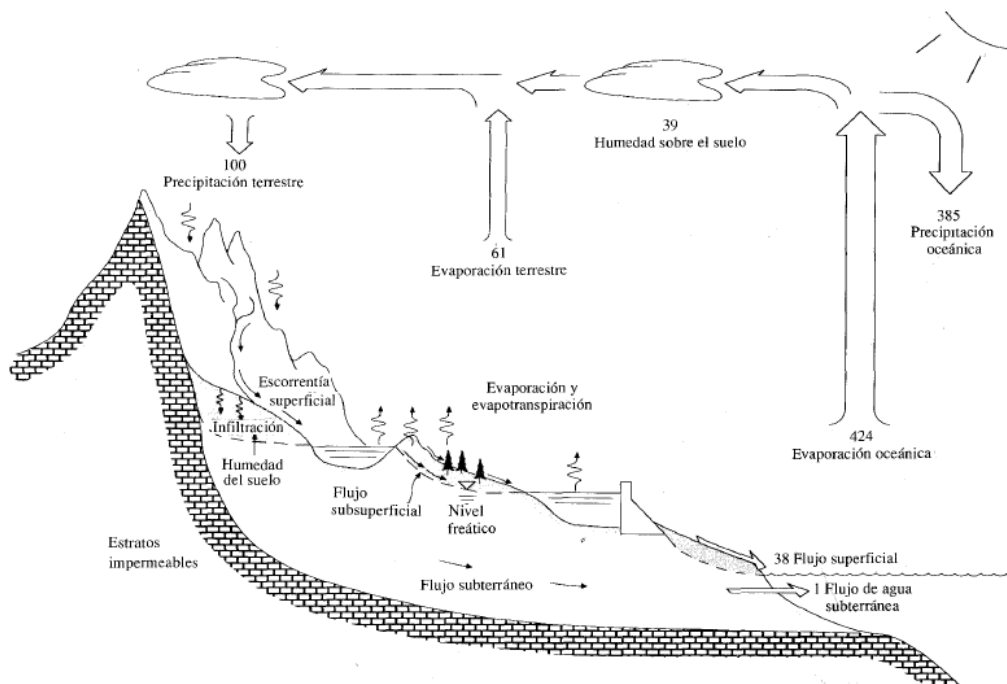


Figura N° VI-1. Ciclo hidrológico del agua.

VI. A. 3.- EVAPORACIÓN Y TRANSPIRACIÓN

La evaporación es un proceso físico en el cual el agua pasa de un estado líquido a gaseoso. Este fenómeno se ve influido por distintas variables meteorológicas:

- Radiación solar.
- Viento.
- Presión de vapor.
- Temperatura del agua y del aire.

Estas variables contribuyen a la formación del vapor que se eleva hacia la atmósfera y luego precipita.

La transpiración es el agua en forma de vapor que elimina la vegetación.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 38 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



En cuanto a la evapotranspiración, es el conjunto de los dos fenómenos mencionados anteriormente, entre la transpiración y la evaporación.

Se define como escurrimiento superficial a la precipitación que caen sobre una cuenca (menos la retención superficial y la infiltración) y se desplaza sobre la superficie del terreno por gravedad, formando una red hidrográfica sobre el terreno, hacia un punto de salida del área de drenaje de la cuenca.

VI. A. 4.- INFILTRACIÓN

La infiltración es el proceso por el cual el agua en la superficie de la tierra entra en el suelo. La tasa de infiltración, es una medida de la tasa a la cual el suelo es capaz de absorber la precipitación o la irrigación. Se mide en pulgadas por hora o milímetros por hora. Los factores que influyen son: condición de la superficie del suelo y su cubierta vegetal, porosidad, conductividad hidráulica, contenido de humedad.

VI. A. 5.- PÉRDIDAS

Las pérdidas son todas las retenciones superficiales, las infiltraciones y la evapotranspiración que están presentes en el escurrimiento superficial de la cuenca. En diseño hidrológico, las pérdidas se consideran como la diferencia entre la lluvia total caída (medida) y la lámina correspondiente a la escorrentía directa o superficial.

Dependiendo si se poseen datos de los caudales, se pueden calcular las pérdidas de dos maneras, por índice ϕ y SCS. A continuación, se desarrollará el segundo de ellos.

VI. A. 5. a.- Método de cálculo SCS

El Soil Conservation Service (1972) desarrolló un método para calcular las abstracciones de la precipitación de una tormenta (CHOW V. T, 1994). Para la tormenta como un todo, la profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directa P_e es siempre menor o igual a la profundidad de precipitación P ; de manera similar, después de que la escorrentía se inicia, la profundidad adicional del agua

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 39 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



retenida en la cuenca F_a es menor o igual a alguna retención potencial máxima S . Existe una cierta cantidad de precipitación I_a (abstracción inicial antes del encharcamiento) para lo cual no ocurrirá escorrentía, luego la escorrentía potencial es $P - I_a$.

La hipótesis del método del SCS consiste en que las relaciones de las dos cantidades reales y las dos cantidades potenciales son iguales, es decir:

$$\frac{F_a}{S} = \frac{P_e}{P - I_a} \quad \text{Ecuación VI-1}$$

Del principio de continuidad:

$$P = P_e + I_a + F_a \quad \text{Ecuación VI-2}$$

Combinando las ecuaciones anteriores y resolviendo para P_e se encuentra:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \quad \text{Ecuación VI-3}$$

La cual es la ecuación básica para el cálculo de la profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directa de una tormenta utilizando el método SCS.

Al estudiar los resultados obtenidos para muchas cuencas experimentales pequeñas, se desarrolló una relación empírica.

$$I_a = 0,2 * S \quad \text{Ecuación VI-4}$$

Con base en esto:

$$P_e = \frac{(P - 0,2 * S)^2}{P + 0,8 * S} \quad \text{Ecuación VI-5}$$

VI. A. 5. a. i.- Tipo y uso del suelo

El tipo de suelo hace referencia a las características y composiciones que presenta el mismo dentro de la cuenca. Se pueden tener distintos tipos de suelo dentro de una cuenca. Entre los tipos de suelo se encuentran: arenas, arcillas, limos, rocas, por nombrar algunos.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 40 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



El uso de suelo se refiere a las actividades que se realizan sobre el mismo. Puede ser desde un bosque, hasta el uso que le puede dar el hombre, por ejemplo, cultivos o urbanizaciones.

En el método del SCS se especifican tablas que nos permiten obtener una valorización de este parámetro.

Para obtener un valor del tipo y uso del suelo se deberán utilizar las tablas que se especifica en el método SCS. En las columnas se encuentran distintos el tipo de suelo identificándolo como del tipo A, B, C o D. En las filas se detallan los usos de dicho suelo (Tucci, 1993).

Tipo de suelo

Grupo A: Suelos arenosos, con bajo tenor de arcilla total (inferior a 8%), sin rocas, sin capa arcillosa y no densificada hasta una profundidad de 1,5m. O tenor de humus es muy bajo, no llega al 1%. (Mucha infiltración poco escurrimiento)

Grupo B: Suelos arenosos pocos profundos que los del Grupo A y con menor tenor de arcilla total, inferior al 15%. En el caso de tierras rojas este límite puede subir al 20% gracias a una mayor porosidad. Los tenores de humus pueden subir respectivamente, a 1,2% y 1,5%. Permeabilidad superior a la media.

Grupo C: Suelos barrocos, con tenor de arcilla del 20 al 30%, pero sin capas arcillosas impermeables o contenido piedras hasta la profundidad de 1,2m. En el caso de tierras rojas, estos límites máximos pueden ser de 40% y 1,5m. Capacidad de infiltración abajo de la media.

Grupo D: Suelos arcillosos (30 a 40% de arcilla total) y con capa densificada a unos 50cm de profundidad o suelos arenosos como B, pero con capa arcillosa casi impermeable. Mucho escurrimiento.

Para cada cuenca se ponderaron los distintos CN en función del área que abarca de uso de suelo y se obtiene un CN ponderado de la cuenca.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Uso del suelo

En la Figura N° VI-2, se pueden ver algunos de los valores de CN, según el tipo de suelo y el uso del mismo. Para una cuenca compuesta por varios tipos de suelos y con diferentes usos de la tierra se puede calcular un CN compuesto.

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA	GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO			
	A	B	C	D
Tierra cultivada ¹ : sin tratamientos de conservación	72	81	88	91
con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales: condiciones pobres	68	79	86	89
condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas,	45	66	77	83
cubierta buena ²	25	55	70	77
Área abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.				
óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75% o más	39	61	74	80
condiciones aceptables cubierta de pasto en el 50 al 75%	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)	89	92	94	95
Distritos Industriales (72% impermeables)	81	88	91	93
Residencial ³ :				
Tamaño promedio del lote Porcentaje promedio impermeable ⁴				
1/8 acre o menos 65				
1/4 acre 38	77	85	90	92
1/3 acre 30	61	75	83	87
1/2 acre 25	57	72	81	86
1 acre 20	54	70	80	85
	51	68	79	84
Parqueadores pavimentados, techos, accesos, etc. ⁵	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados ⁵	98	98	98	98
Grava	76	85	89	91
Tierra	72	82	87	89

Figura N° VI-2. Diferentes CN dependiendo el tipo y uso de suelo

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 42 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

VI. B.- CUENCAS

VI. B. 1.- DEFINICIÓN

Se entiende por cuenca a aquella depresión o forma geográfica que hace que el territorio vaya perdiendo altura a medida que se acerca al nivel del mar (es el espacio de territorio delimitado por la línea divisoria de las aguas). Las cuencas hidrográficas son aquellas que hacen que el agua que proviene de las montañas o del deshielo, descienda por la depresión hasta llegar al mar. En algunos casos, la cuenca puede no alcanzar el nivel del mar si se trata de un valle encerrado por montañas, en cuyo caso la formación acuífera será una laguna o lago.

Las cuencas hidrográficas pueden ser divididas en dos tipos principales: las cuencas endorreicas, aquellas que no llegan al mar, que tienen como resultado la formación de sistemas de agua estancada (como lagos o lagunas), Figura N° VI-3; y las cuencas exorreicas, aquellas que sí llegan al mar y que por lo tanto no quedan encerradas entre los diferentes conjuntos de montañas, Figura N° VI-4.

Una cuenca hidrográfica y una cuenca hidrológica se diferencian en que la primera se refiere exclusivamente a las aguas superficiales, mientras que la cuenca hidrológica incluye las aguas subterráneas (acuíferos).

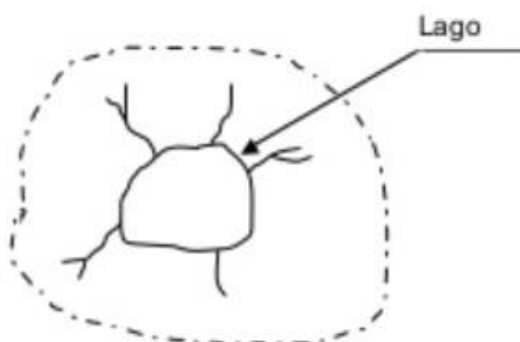


Figura N° VI-3. Cuenca endorreica

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Figura N° VI-4. Cuenca exorreica

VI. B. 2.- CARACTERÍSTICAS FISIOLÓGICAS

Las características fisiográficas de la cuenca dependen de su estructura geológica, del relieve de la superficie terrestre, vegetación, tipo de suelo, clima, repercusiones humanas en la cuenca. A continuación, se describen las siguientes características.

VI. B. 2. a.- Área de cuencas

El área drenada de una cuenca es la superficie medida (generalmente en km²), delimitada por la proyección horizontal de la divisoria de aguas, y que tiene como punto de salida una estación de aforo o sitio de interés. (Ganancias, 2010)

En general, en Argentina, para la determinación del área de aporte de una cuenca cualquiera, se emplean datos de terreno provenientes, por ejemplo, de los servicios del Instituto Geográfico Militar (IGM) o de relevamientos particulares en el caso de cuencas pequeñas o de estudios que impliquen mayores detalles. En la actualidad una alternativa rápida y eficiente a la indicada en el párrafo precedente, consiste en utilizar la información topográfica proveniente de datos radar del SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) de la NASA (Nacional Aeronautics and Space Administration, Estados Unidos), los cuales ofrecen una malla aproximada de 90 m por 90 m, considerada adecuada, en muchos casos, para las escalas de trabajo.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 44 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



A partir de los datos del SRTM, es posible obtener curvas de nivel para diferentes equidistancias, para lo cual pueden emplearse diversos programas de manejo de imágenes y generación de modelos numéricos de terreno. Entre ellos se destaca el programa de procesamiento de imágenes Global Mapper 8. Desde este programa pueden exportarse las curvas de nivel generadas a programas como el AutoCAD, donde pueden procesarse para la obtención de las diferentes características necesarias para el estudio de regionalización, entre ellas el área de aporte.

VI. B. 2. b.- Longitud de cauce principal

La longitud del cauce principal L_{CP} es, probablemente, una de las características descriptivas principales dependiendo del tipo de cuenca que se está estudiando. Para su determinación, al igual que en el caso anterior, es posible utilizar el programa AutoCAD con el cual es posible definir cada uno de los cauces principales de las cuencas y medir sus longitudes incluyendo todas las curvas (meandros) que permite la escala de trabajo.

VI. B. 2. c.- Pendiente media cauce principal

La pendiente media del cauce principal se calcula a partir de dividir el desnivel [km] de la cuenca entre la longitud del cauce principal L_{CP} [km]. El desnivel de la cuenca se obtiene a partir de restar a la cota más elevada de la cuenca la cota correspondiente al punto de salida de la misma, es decir donde se encuentra la estación o el sitio de interés. La ecuación expresa la manera en que se calcula este parámetro.

$$Pendiente_{CP} = \frac{H_S - H_I}{L_{CP}} \quad \text{Ecuación VI-6}$$

- $Pendiente_{CP}$ = Pendiente del cauce principal [km/km].
- H_S = Cota del punto superior de la cuenca, donde inicia el cauce principal [km]

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Pág. 45 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



- H_I = Cota del punto inferior de la cuenca, donde se tiene la salida [km]
- L_{CP} = Longitud del cauce principal [km].

VI. B. 2. d.- Perímetro de cuenca

El perímetro de la cuenca: L_p es la longitud de la línea divisoria de aguas que define a la cuenca. El mismo se obtiene a partir de un proceso gráfico para el cual ha sido empleado el programa AutoCAD.

VI. C.- PRECIPITACIONES

VI. C. 1.- DEFINICIÓN

La precipitación incluye la lluvia, la nieve y otros procesos mediante los cuales el agua cae a la superficie terrestre, tales como granizo y nevisca. La formación de precipitación requiere la elevación de una masa de agua en la atmosfera de tal manera que se enfríe y parte de su humedad se condense. Los tres mecanismos principales para la elevación de masas de aire son:

- Elevación frontal, donde el aire caliente es elevado sobre aire frío por un pasaje frontal;
- Elevación orográfica, mediante la cual una masa de aire se eleva para pasar por encima de una cadena montañosa;
- Elevación convectiva, donde el aire se arrastra hacia arriba por una acción convectiva, como ocurre en el centro de una celda de una tormenta eléctrica.

En la siguiente figura, Figura N° VI-5, se pueden ver los tres casos antes explicados. El caso “a”, corresponde a la elevación orográfica, el caso “b” a la convectiva y el caso “c” a la frontal.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 46 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

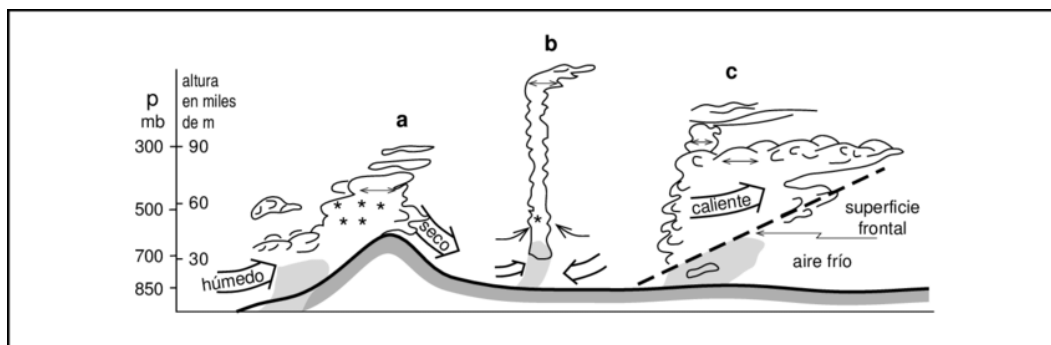


Figura N° VI-5. Casos de elevación de la masa de aire

VI. C. 2.- DETERMINACIÓN DE LA LLUVIA MEDIA

Las lluvias presentan una gran variación en el espacio y en el tiempo. Para determinar la precipitación media en una cuenca se elige un periodo de retorno. Se determina la lluvia en cada estación para el periodo de retorno elegido y luego se calcula la lluvia media.

Esto se puede realizar aplicando distintos procedimientos, los cuales son:

Media aritmética:

Es el más simple para determinar la lluvia promedio sobre un área. Se promedian las profundidades de flujo que se registran en un número dado de pluviómetros. Este método es satisfactorio si los pluviómetros se distribuyen uniformemente sobre el área y sus mediciones individuales no varían de manera considerable de la media. A continuación, se presenta la fórmula de dicho método.

$$h_p = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n h_{pi}$$

Ecuación VI-7

Dónde:

- h_p : Altura de precipitación media [mm]
- h_{pi} : Altura de precipitación registrada en la estación [mm]
- n : Número de estaciones en estudio.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p style="text-align: center;">DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

Este método se aplica a zonas planas donde las estaciones presenten una distribución uniforme y las lluvias registradas por cada pluviómetro no difieran entre sí. Ejemplo numérico en la Figura N° VI-6.

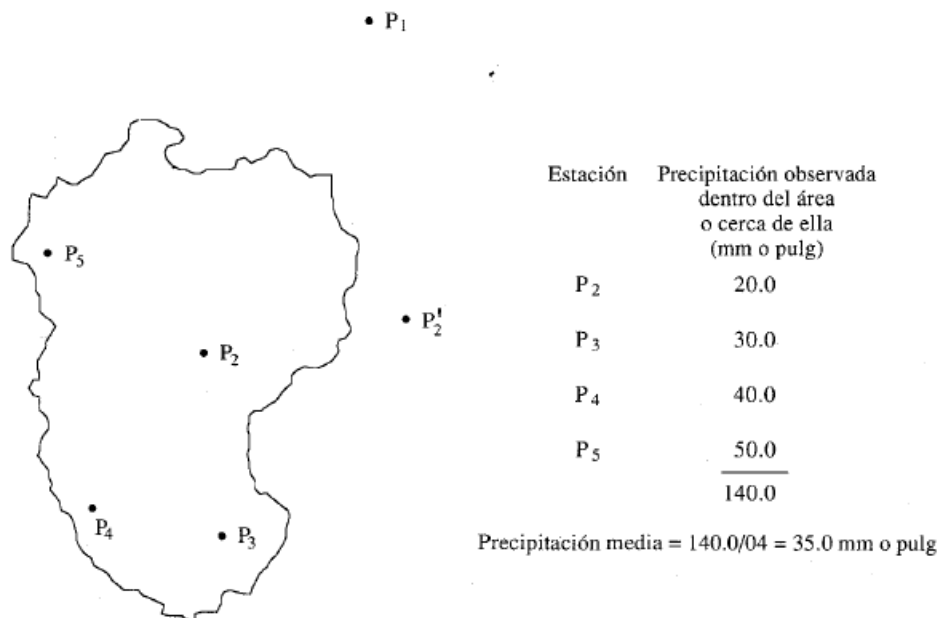


Figura N° VI-6. Media aritmética

Método de Thissen:

Este método, establece que en cualquier punto de la cuenca la lluvia es igual a la que se registra en el pluviómetro más cercano; luego la profundidad registrada en un pluviómetro dado se aplica hasta la mitad de la distancia a la siguiente estación pluviométrica en cualquier dirección. En la Figura N° VI-7, se puede ver un ejemplo numérico.

Se aplica este método cuando la topografía no afecte a la distribución de las lluvias. El procedimiento es el siguiente:

- Unir las estaciones mediante una línea recta. Con esto se forman triángulos en cuyos vértices se encuentran las estaciones.
- Trazar las rectas bisectrices a los lados de los triángulos. Las líneas que corresponden a cada triángulo convergen a un solo punto.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>Página 48 de 237</p> <p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

c) Cada estación pluviométrica quedará rodeada por las líneas rectas del paso b, los cuales forman los polígonos de Thiessen.

d) La lluvia media se calcula como:

$$h_p = \frac{1}{A_T} * \sum_{i=1}^n A_i * h_{pi} \quad \text{Ecuación VI-8}$$

Dónde:

- h_p : Altura de precipitación media [mm]
- h_{pi} : Altura de precipitación registrada en la estación i [mm]
- A_i : Área de influencia de la estación i [m²]
- A_T : Área total de la cuenca [m²]
- n: Número de estaciones en estudio.



Estación	Lluvia observada (mm o pulg)	Área (km ² o mi ²)	Lluvia ponderada (mm o pulg)
P ₁	10.0	0.22	2.2
P ₂	20.0	4.02	80.4
P ₃	30.0	1.35	40.5
P ₄	40.0	1.60	64.0
P ₅	50.0	1.95	97.5
		9.14	284.6

Precipitación media = 284.6/9.14 = 31.1 mm o pulg

Figura N° VI-7. Método de Thiessen.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 49 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Método de las isoyetas:

El método de las isoyetas supera alguna de estas dificultades mediante la construcción de isoyetas, utilizando profundidades que se observan en los pluviómetros e interpolando entre pluviómetros adyacentes. Una vez que se construye el mapa de isoyetas, se mide el área entre cada par de isoyetas en la cuenca y se multiplica por el promedio de las profundidades de lluvia de la dos isoyetas adyacentes para calcular la precipitación promedio sobre el área. Se trazan líneas que unen puntos que tienen la misma altura de precipitación. En la Figura N° VI-8, se puede ver un ejemplo numérico.

Es semejante al trazado de las curvas de nivel en topografía. Se realiza de la siguiente manera:

- Se traza un plano de la cuenca y estaciones aledañas a ella.
- Se realiza una triangulación de las estaciones.
- Se realiza interpolación lineal entre las estaciones para encontrar los puntos de igual precipitación.
- Se unen los puntos de igual precipitación.
- La precipitación media se calcula de la siguiente manera:

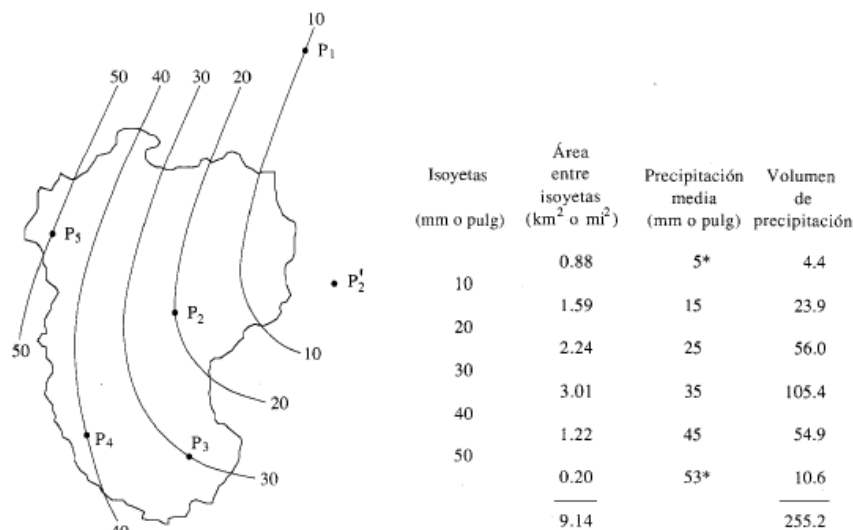
$$h_p = \frac{1}{A_T} * \sum_{i=1}^{n'} (A_i * h_{pi})$$

Ecuación VI-9

Dónde:

- h_p : Altura de precipitación media [mm]
- h_{pi} : Altura de precipitación promedio entre dos isoyetas [mm]
- A_i : Área entre dos isoyetas y el parteaguas de la cuenca [m²]
- A_T : Área total de la cuenca [m²]
- n' : Número de áreas formado por las isoyetas dentro de la cuenca.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 50 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



*Estimado

Precipitación media = $255.2/9.14 = 27.9$ mm o pulg

Figura N° VI-8. Método de las isoyetas

VI. C. 3.- MEDICIÓN DE PRECIPITACIONES

La lluvia se mide utilizando dos tipos de medidores: medidores sin registro y medidores con registro. Un medidor con registro es un aparato que registra automáticamente la profundidad de lluvia en intervalos tan pequeños como un minuto de duración. Los medidores sin registro se miden manualmente en intervalos de tiempo mayores. Los más usuales son el pluviómetro y el pluviógrafo. A continuación, se hará una breve descripción de cada uno de ellos.

Pluviómetro: Es un instrumento que consiste en un reservorio cilíndrico que sirve para medir las cantidades de precipitación, generalmente el período de tiempo empleado para hacer la medición es de un día. El agua recogida por el pluviómetro es conducida por un embudo hacia un recipiente interior llamado colector. La medición de la precipitación recogida se la realiza a partir del colector, ya que el mismo viene graduado para visualizar la medición. Figura N° VI-9.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 51 de 237			
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



Figura N° VI-9. Pluviómetro.

Pluviógrafo: Es un instrumento que por medio de un sistema grabación mecánica registra gráficamente la cantidad de lluvia en un cierto intervalo de tiempo, en una tira especial de papel cuadriculado. Este dispositivo nos da la intensidad de la lluvia ya que podemos ver como la precipitación varia en el tiempo. La desventaja que tiene este tipo de instrumento es que, al estar compuesto por más partes, se pueden presentar más problemas, tales como que se trabe el papel, falta de papel, funcione mal el marcador, etc. Por lo tanto, siempre es necesario tener otro valor de medición para comparar, por ejemplo, la medición de un pluviómetro. En la Figura N° VI-10 se puede observar un pluviógrafo tipo.



Figura N° VI-10. Pluviógrafo.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 52 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

Las marcas de grabación que deja en el papel son como las que se pueden ver en subsiguiente (Figura N° VI-11)

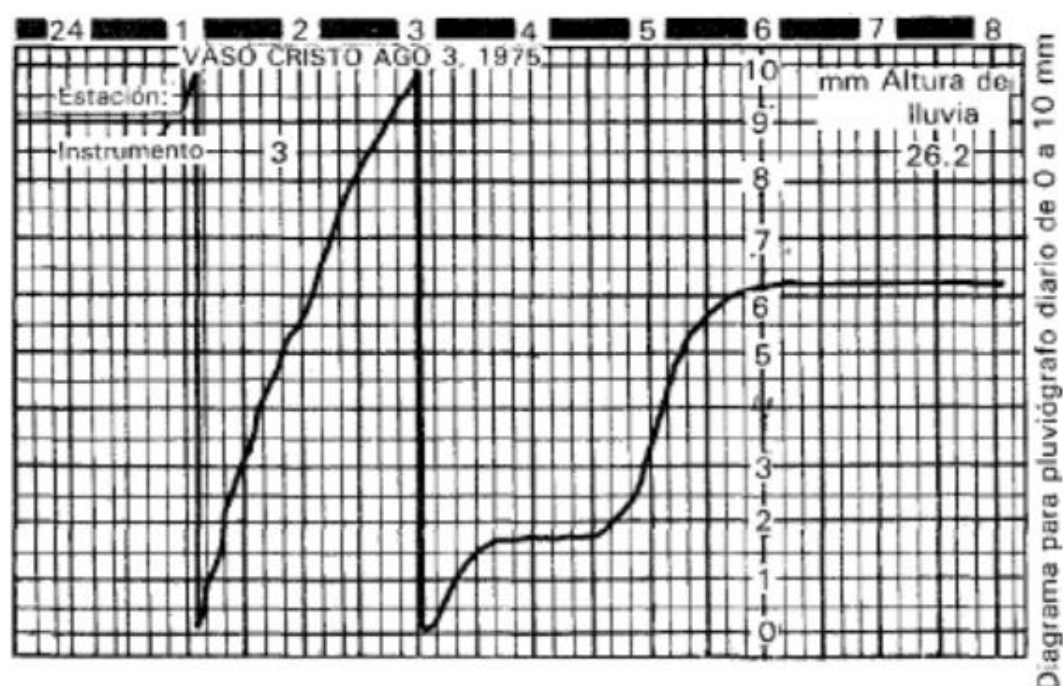


Figura N° VI-11. Marcas de grabación de un Pluviógrafo.

VI. D.- OTRAS DEFINICIONES

Tiempo de concentración: tiempo transcurrido entre el inicio de la precipitación hasta el momento en que toda la cuenca se encuentra aportando a su salida. También pudiera entenderse como el tiempo que toma a la gota más alejada llegar a la salida de la cuenca. De esta manera, si una lluvia es igual o mayor en tiempo, toda la cuenca se encontrará aportando a la salida.

Tiempo de concentración: Kirpich: la mayoría de los métodos de función de transferencia consideran parámetros de tiempo característicos del escurrimiento de una cuenca. El tiempo de concentración, t_c , es uno de los parámetros utilizados con mayor frecuencia y constituye un ingrediente vital en el Método Racional y en otros métodos de estimación de respuestas máximas en cuencas urbanas. La utilización del mismo, sin embargo, se extiende también a aplicaciones que

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

persiguen otros objetivos tales como la simulación de eventos y el pronóstico de caudales.

Los modelos utilizados para estos fines suelen utilizar técnicas de calibración o actualización de sus parámetros.

En la práctica existen tres alternativas básicas para estimar el valor de t_c en una cuenca:

1. A partir de pares de valores observados de lluvia – caudal
2. Mediante el uso de fórmulas empíricas, y
3. Utilizando el enfoque físico basado en la ocurrencia de flujo cinemático.

Hidrograma: el hidrograma es la representación gráfica del caudal, Q , o volumen de agua que pasa por una sección en determinado tiempo T . Si bien la forma de los hidrogramas producidos por las tormentas particulares varia no solo de una cuenca a otra sino también de tormenta a tormenta, es posible, en general, distinguir las siguientes partes en los hidrogramas. En la siguiente Figura N° VI-12, se puede ver un hidrograma tipo con los puntos característicos.

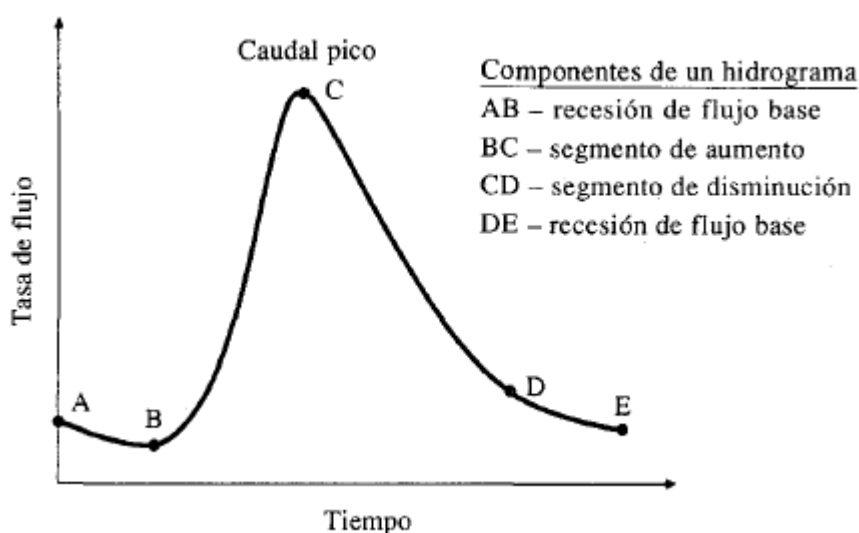


Figura N° VI-12. Componentes de un hidrograma

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



En esta figura se pueden observar varios puntos representativos. El punto C, se llama caudal pico y es el máximo caudal que genera la escorrentía, es el punto más importante a los fines del diseño.

Hietograma: es el gráfico que relaciona la precipitación con el tiempo.

En el caso del hietograma de precipitación efectiva es fundamental para el estudio de las relaciones de lluvia-escorrentía. La diferencia entre el hietograma total y el efectivo son las pérdidas. Existen distintas formas de calcular el hietograma efectivo de acuerdo a si existe información de caudales para la tormenta.

El hidrograma es un gráfico que muestra la variación en el tiempo de alguna información hidrológica; siendo el hidrograma unitario de una cuenca, el hidrograma de escorrentía directa que se produciría en la salida de la cuenca si sobre ella se produjera una precipitación neta unidad de una duración determinada (por ejemplo, 1 mm durante 1 hora).

Caudal pico: caudal máximo que se produce por la tormenta. Con frecuencia es el punto más importante de un hidrograma para fines de diseño.

Tiempo al pico: tiempo que transcurre desde el punto de levantamiento hasta el pico del hidrograma.

Tiempo o periodo de recurrencia (T_r): si se considera un determinado evento cuya magnitud es conocida, entonces se define como tiempo de recurrencia al tiempo transcurrido entre dicho evento y el momento en que el mismo se repite con igual o mayor magnitud. Se debe tener en cuenta que dicho tiempo es un valor medio por lo que, en promedio, un evento podrá ser igualado o excedido al menos una vez en dicho tiempo. Siendo la probabilidad de excedencia P , el periodo de retorno estará dado por:

$$T_r = \frac{1}{P}$$

Ecuación VI-10

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 55 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



VII. MARCO TEÓRICO: RED DE AGUA POTABLE

VII. A.- INTRODUCCIÓN

Un sistema de abastecimiento de agua potable para una población es el conjunto de obras, equipos y servicios destinados al suministro de agua potable para consumo doméstico, industrial, servicios públicos y otros usos.

Para la elaboración de un proyecto de abastecimiento de agua, es necesario realizar estudios de campo, de laboratorio y de gabinete, para un correcto dimensionado y análisis que considere las necesidades actuales y futuras de consumo, contemplando la posibilidad de la construcción por etapas.

Un sistema de abastecimiento de agua potable comprende:

- Captación o toma de agua
- Conducción principal de agua cruda
- Tratamiento de Potabilización
- Tanque de almacenamiento o cisternas
- Tanque de almacenamiento y distribución elevados
- Red de distribución
- Estaciones de bombeo (cuando sean necesarias) de agua cruda como de agua ya potabilizada.

VII. B.- ENOHSA

Si bien el objetivo del trabajo no es el de tocar en profundidad cada uno de los puntos desarrollados en el ENOHSA (Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento), se cree importante hacer mención a los más relevantes a este proyecto. A continuación, se pasará a mencionar algunos de estos.

La misión del ENOHSA es organizar, administrar y ejecutar programas de infraestructura que deriven de las políticas nacionales del sector agua potable y saneamiento básico, en toda la extensión del territorio país.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 57 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



VII. B. 1.- CALIDAD DEL AGUA A TRATAR

Se considerarán como aguas a tratar a aquellas que se utilicen como fuente de ingreso a un sistema de abastecimiento público, sean estas de tipo superficial o subterráneo.

VII. B. 1. a.- Calidad del agua en las fuentes

Para evaluar las posibles fuentes a utilizar se puede emplear la clasificación de los cuerpos de agua, que de acuerdo con su calidad y requerimiento de tratamiento pueden cumplir con las Normas de potabilidad. Esta clasificación se basa en las siguientes categorías:

- Tipo A: Aguas subterráneas o superficiales, provenientes de cuencas con protección sanitaria estando los parámetros de calidad de acuerdo con los requerimientos estándar de potabilidad.
- Tipo B: Aguas superficiales o subterráneas, provenientes de cuencas no protegidas que puedan satisfacer el estándar de potabilidad con tecnologías de tratamiento que no demanden coagulación química.
- Tipo C: Aguas superficiales provenientes de cuencas no protegidas que exijan tecnologías de tratamiento con coagulación química para alcanzar el estándar de potabilidad.
- TIPO D: Aguas superficiales de cuencas no protegidas, sujetas a contaminación que requieren tratamientos especiales para alcanzar el estándar de potabilidad.

VII. B. 1. b.- Calidad del agua tratada

De acuerdo con lo establecido por la Resolución No. 494 del Ministerio de Salud y Acción Social (Art. 982), el Agua potable de suministro público y Agua potable de uso domiciliario, es aquella que es apta para la alimentación y uso doméstico. El agua potable de uso domiciliario es el agua proveniente de un suministro público, de un pozo o de otra fuente, ubicada en los reservorios o depósitos domiciliarios.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 58 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



- Para cumplir con esta definición no debe contener sustancias o cuerpos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo en tenores tales que la hagan peligrosa para la salud.
- Debe presentar además sabor agradable y ser prácticamente incolora, inodora, limpia y transparente.
- Con respecto a la calidad que debe poseer el agua potable, debe tomarse como referencia a las Normas establecidas en el Código Alimentario Argentino Actualizado
- Podrán adoptarse otras normas de calidad (provinciales, municipales y/o internacionales) siempre y cuando los valores límites para cada uno de los parámetros fueran menores a los establecidos en el Código Alimentario Argentino.

VII. B. 2.- SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

Es el sistema integrado por una serie de tuberías generalmente enterradas y sus piezas de unión y accesorios necesarios para operarla, cuya función principal es conducir en forma continua agua para la prestación del servicio a los consumidores en cantidad y con la presión adecuada. Está formada por cañerías maestras o principales, distribuidoras o secundarias y subsidiarias y sus válvulas y piezas especiales.

VII. B. 2. a.- Información requerida

El planteo, diseño y cálculo de una red de distribución de agua requiere contar con la siguiente información:

- Sectores del sistema de abastecimiento con redes existentes y de proyectos anteriores.
- Relevamiento topográfico planialtimétrico del perímetro actual y sus áreas de expansión.
- Cursos de agua con las obras existentes (viaductos, alcantarillas, etc.) y las instalaciones proyectadas.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 59 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



- Características topográficas de la localidad.
- Singularidades: vías del ferrocarril, calles pavimentadas actuales y futuras (tipo de pavimento y veredas).
- Instalaciones importantes tanto a la vista como enterradas de los principales servicios públicos de la localidad.
- Radio servido actual y futuro.
- Población existente y prevista en el horizonte de diseño y periodos intermedios.
- Densidad de la población y variación de la densidad y expansión del área a servir.
- Características socioeconómicas de la población en las diferentes zonas a servir.

VII. B. 2. b.- Diámetros

El diámetro a utilizar para las cañerías que forman las mallas o conforman las cañerías principales, debe resultar del respectivo cálculo de la red. El diámetro mínimo debe ser de 63 mm. Las cañerías secundarias y subsidiarias se podrán proyectar con el diámetro mínimo antes indicado, salvo en zonas de elevada densidad demográfica donde debe justificarse en cada caso el diámetro a adoptar. No se acepta la instalación de conexiones domiciliarias sobre cañerías de diámetro 300 mm o superior. De presentarse esta situación deben proyectarse las correspondientes cañerías subsidiarias.

VII. B. 2. c.- Presión de servicio

Las presiones deben ser tales que no excedan las máximas de trabajo de acuerdo al tipo y clase de cañerías utilizada, tanto para la red de distribución como para las conexiones domiciliarias.

Presión Mínima

La presión dinámica no debe ser inferior a 12 metros de columna de agua, medida sobre nivel de vereda en los puntos más desfavorables de la red, los más

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 60 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



alejados del tanque o los más altos. Se aceptan que en puntos aislados la presión dinámica mínima sea 8 mca (metros de columna de agua), la que debe ser debidamente justificada y su aprobación queda sujeta al solo juicio del ENOHSA.

Presión Máxima

Se establece como máxima presión estática de servicio 50 mca.

VII. B. 2. d.- Velocidades

Se establecen como velocidades usuales las siguientes

Diámetro de la tubería [mm]	Velocidad [m/s]
Menor o igual a 200	0,30 a 0,90
250 a 500	0,60 a 1,30
Mayor de 600	0,80 a 2,00

Valores mayores o menores deben ser adecuadamente justificados.

La velocidad máxima no debe superar 3,00 m/s.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018	
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020	
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01	Página 61 de 237
DOCUMENTO CONTROLADO				
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL				
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA				



VIII. MARCO TEÓRICO: RED COLECTORA DE LÍQUIDOS CLOACALES

VIII. A.- INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental de la red colectora, es el de transportar los líquidos con las sustancias que lo integran, lo más rápidamente posible a su destino final.

El escurrimiento de las aguas cloacales consiste esencialmente en transportar “líquido – agua”, además de cierta cantidad de materiales flotantes, suspendidos y disueltos.

Se busca que las redes colectoras, puedan evacuar y concentrar los residuos líquidos producto de las distintas actividades humanas, llamadas aguas negras o aguas servidas, a los efectos de realizar su tratamiento, con el propósito de proteger la salud y bienestar de la comunidad.

Los sistemas de red se pueden clasificar según:

- El tipo de agua que transportan: Sistemas unitarios o sistemas separativos.
- Cómo es su funcionamiento: Sistemas a presión o sistemas a gravedad.

Los sistemas de red unitarios son sistemas que transportan las aguas residuales y pluviales en forma conjunta. Las plantas de tratamiento en sistemas unitarios son dimensionadas para los caudales punta de tiempo seco más el caudal por precipitación.

Los sistemas separativos tratan sólo cloaca y se considera en el dimensionado una parte de la lluvia, pero la red de drenaje no está vinculada.

VIII. B.- CARACTERÍSTICAS DE LOS EFLUENTES

Si bien el presente trabajo, tal como se explicó anteriormente, no incluye el tratamiento de los líquidos recolectados, es importante a la hora de la realización del proyecto tener un conocimiento de alguna de las características de estos.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 63 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



- **Líquido cloacal:**

Contienen agua proveniente de la cocina, baño y lavarropas, lavado de pisos, veredas, etc. La materia fecal por habitante y día está entre 100-300 gr/día. De esta cantidad de material el 20% es materia seca y el 80% es agua. De su volumen el 45% son cuerpos bacterianos. Para poder determinar el mejor tratamiento es necesario hacerle un análisis físico, químico y biológico que permite caracterizar la sustancia.

- **Determinaciones físicas:**

(a) Temperatura: es un poco más elevada que la del agua corriente de suministro por el aporte de agua caliente usada para fines domésticos. Si la temperatura es muy elevada: el líquido proviene de procesos industriales o refrigeración. Si la temperatura está por debajo de lo normal: presencia de aguas subterráneas.

(b) Color: cuando el líquido cloacal es fresco, es de color gris, al envejecerse y descomponerse se vuelve de color negro brillante.

(c) Olor: se deben a los gases producidos por la descomposición de la materia orgánica. Cuando el líquido es fresco, presenta un olor ligeramente pútrido; mientras que cuando el líquido es séptico tiene fuerte olor pútrido.

- **Determinaciones químicas:**

(d) Contenido de sólidos: compuesto por materia orgánica e inorgánica.

(e) Sólidos suspendidos: se pueden separar por filtración. Los sólidos sedimentables se depositan después de un período de retención.

(f) Sólidos disueltos: se obtiene por evaporación de una muestra previamente filtrada.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 64 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



- **Determinaciones biológicas:**

Los aspectos biológicos que deben tenerse presente incluyen el conocimiento de los grupos principales de microorganismos que se encuentran en las aguas residuales, así como también aquellos que intervienen en el tratamiento biológico y aquellos que son utilizados como indicadores de polución y contaminación, y finalmente, el conocimiento de los métodos utilizados para valorar la toxicidad de las aguas residuales tratadas.

(g) Microorganismos: Los principales grupos de microorganismos que se encuentran presentes en las aguas residuales se clasifican en protistas, plantas y animales.

VIII. C.- MATERIALES

Los materiales que antiguamente se utilizaban para las colectoras son los siguientes:

- Caño de hormigón comprimido (H°C°).
- Caño de fibrocemento (FC).
- Caño de hierro fundido (H°F°).
- Caño de poli cloruro de vinilo (PVC).
- Caño de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV).

En la actualidad, se usa casi con exclusividad los últimos dos materiales mencionados (PVC y PRFV).

Los caños deben ser aprobados por normas IRAM, que aseguran todas las propiedades necesarias para un correcto y duradero funcionamiento, mediante ensayos de laboratorios entre los cuales se destacan la resistencia al impacto, al aplastamiento, estabilidad dimensional, etc.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 65 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



VIII. D.- VELOCIDADES MÍNIMAS Y MÁXIMAS

Velocidad mínima: La velocidad mínima o de autolimpieza se establece en 0.6 m/s, para cañería a sección llena. Esta velocidad garantiza la no sedimentación de los sólidos suspendidos, teniéndose que verificar en conductos de Ø 300mm o mayores y cuando el proyecto se realiza en varias etapas y los caudales son menores ya que las velocidades disminuyen cuando bajan los tirantes.

Velocidad máxima: a la hora de considerar el caudal de diseño de nuestra red, se debe respetar una cierta velocidad máxima, la cual no debe ser superada en ningún tramo conformante. Este valor, se puede aproximar mediante la siguiente expresión

$$V_{MÁX} \left[\frac{m}{s} \right] = 6 * (g * R)^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ecuación VIII-1}$$

Dónde:

- $g \left[\frac{m}{s^2} \right]$: aceleración de la gravedad $\rightarrow 9,81$
- $R [m]$: radio hidráulico

VIII. E.- PENDIENTES

Se deben garantizar en los conductos cloacales determinadas pendientes para que no se depositen los sólidos.

Siempre se debe tratar de seguir la pendiente natural del terreno, de esa forma se minimizan las excavaciones y estas deben ser compatibles con las velocidades mínimas y máximas.

Se pueden presentar distintos casos:

- 1er Caso: Que la pendiente del terreno sea mayor que la máxima admisible para la cañería. En este caso se instalará la misma con pendiente máxima hasta alcanzar la tapada mínima, donde se deberá aplicar un salto. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 66 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

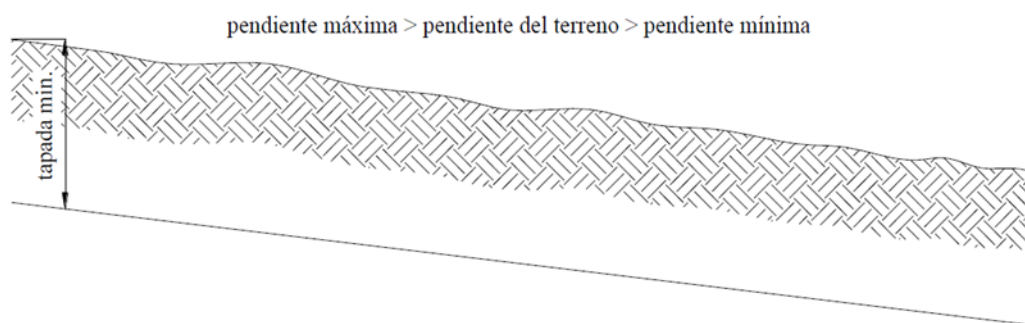


Figura N° VIII-1. Pendiente terreno superior a pendiente máxima admisible

- 2do Caso: Que la pendiente del terreno esté comprendida entre la máxima y la mínima de la cañería. En este caso, se instalará la cañería paralela al terreno, con un volumen mínimo de excavación, sería el caso más favorable. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

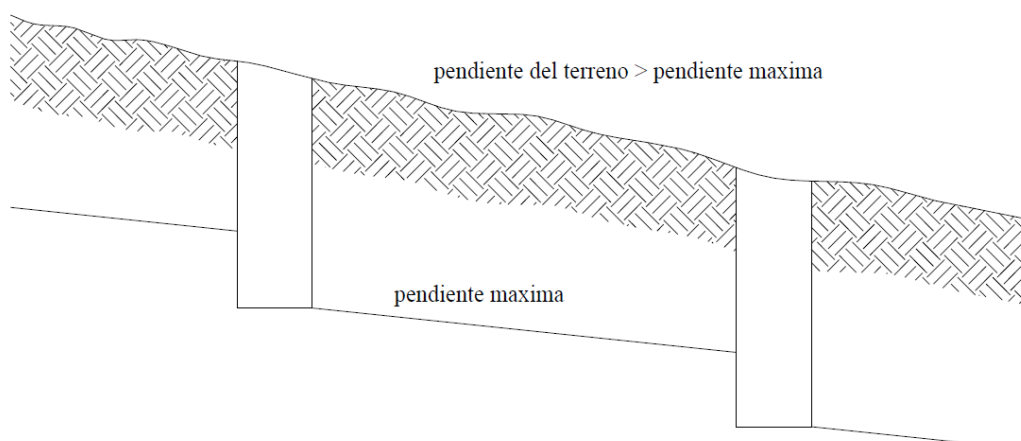


Figura N° VIII-2. Pendiente terreno entre máxima y mínima de cañería

- 3er Caso: Que la pendiente del terreno sea menor o en contra pendiente con respecto a la de la cañería. Caso más desfavorable, puesto que la cañería se iría enterrando hasta un punto en el cual

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

habrá que realizar bombeo, la pendiente de la misma deberá ser la misma para evitar grandes excavaciones. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

pendiente del terreno < pendiente mínima

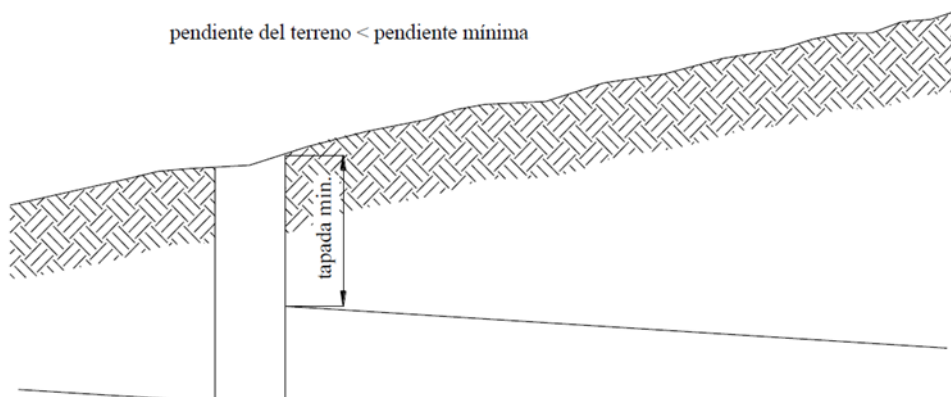


Figura N° VIII-3. Pendiente terreno menor a la pendiente mínima de cañería.

La pendiente mínima se establece para evitar que los sólidos se depositen en las paredes de los caños. Se establece en función del diámetro y la velocidad, tomando como velocidad mínima aquella denominada de auto limpieza.

Se establece que la pendiente mínima para cañerías de diámetros menores o iguales a 160 milímetros debe ser de 0,3 %.

VIII. F.- TAPADAS

Se la define como la profundidad desde la superficie del terreno hasta el intradós del tubo. La finalidad de la tapada mínima es proteger a los conductos contra la rotura por impacto del tránsito cuando van por debajo de la calzada o cualquier otro peso que pueda incidir sobre ella, evitar que las cañerías se congelen y asegurar un buen gradiente de acometida.

Se han considerado las siguientes tapadas que son, en la práctica, las exigidas por la mayoría de los municipios:

- Tapada mínima en calzada: 1,20 metros.
- Tapada mínima en vereda: 1,00 metro.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 68 de 237			
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



- Tapada máxima para conexión domiciliaria: 3,00 metros.

El valor máximo de las tapadas se determina por la imposibilidad o la poca comodidad de hacer las instalaciones domiciliarias a elevadas profundidades, también por las condiciones del terreno, el material constitutivo del caño, los costos de excavación, y en algunos casos uno de los condicionantes es la profundidad de la napa freática. Superado el valor máximo se debería realizar la conexión a colectoras subsidiarias.

VIII. G.- BOCAS DE REGISTRO

Las bocas de registro constituyen recintos donde confluyen las cañerías. Su planta puede ser circular o cuadrada, aunque generalmente es un cono excéntrico, cilíndrico que permite el acceso a los colectores de aguas servidas para poder llevar a cabo su limpieza. A su vez, cumplen la función de ventilar la cañería.

Dentro de los colectores, se encuentran canales a media caña conocidos con el nombre de cojinetes, los cuales permiten el paso del efluente cloacal.

Pueden ser de mampostería, hormigón u hormigón armado.

Las bocas de registro estarán cerradas con tapas circulares de hierro fundido por cuestiones de seguridad. Suelen tener un diámetro de 1,00 m en la zona de trabajo, mientras que en la parte superior suelen ser de 0,60 m de diámetro, dimensión mínima para permitir el ingreso de una persona.

Las bocas de registro se deben colocar en lugares donde se dan las siguientes situaciones:

- Cambio de dirección de las cañerías. Figura N° VIII-4.
- Cuando comienza un ramal colector.
- Cambio de diámetros. Figura N° VIII-5
- Saltos. Figura N° VIII-6.
- Confluencia de colectores. Figura N° VIII-7.
- Cambio de pendientes. Figura N° VIII-8.

La distancia entre bocas de registro no debe superar los 120 metros, siendo este un valor limitado en pos de facilitar tareas de desobstrucción. Figura N° VIII-9.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 69 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

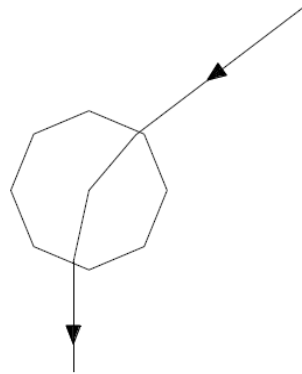


Figura N° VIII-4. Cambio de dirección de la cañería

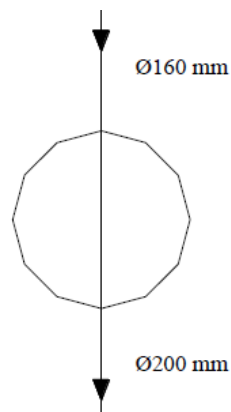


Figura N° VIII-5. Cambio de diámetro

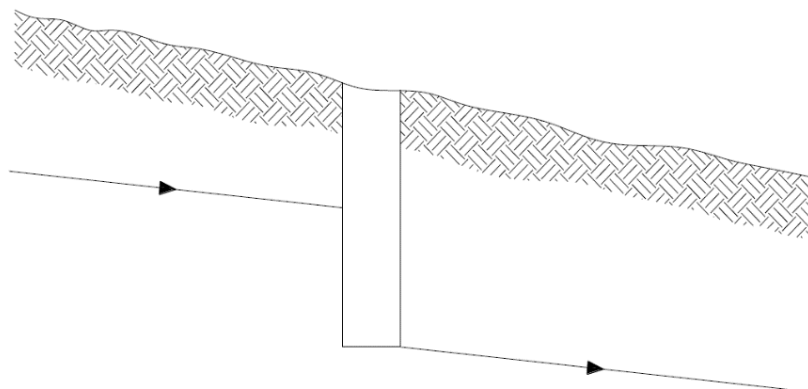


Figura N° VIII-6. Boca de registro en un salto

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

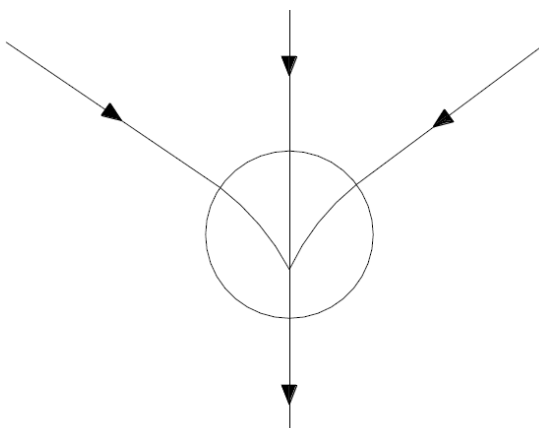


Figura N° VIII-7. Boca de Registro en intersección de cañerías

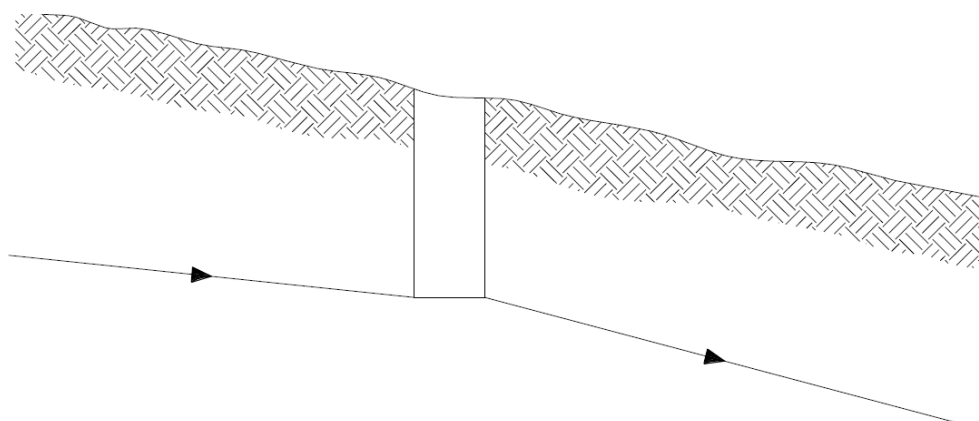


Figura N° VIII-8. Boca de Registro en un cambio de pendiente

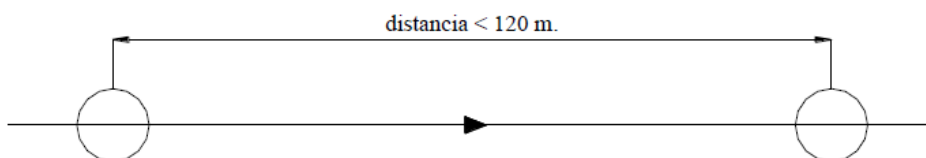


Figura N° VIII-9. Distancia máxima de separación entre bocas de registro

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 71 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



VIII. H.- CONEXIONES DOMICILIARIAS – ACOMETIDAS A LA RED

A medida que se va instalando la colectora, se deberán dejar colocados ramales para el enlace con las obras domiciliarias internas. El diámetro máximo que puede hacerse conexiones es 300 mm, y no puede realizarse conexiones a cañerías ubicadas a profundidades mayores a 3 m.

Los ramales dejados para terrenos baldíos se deben cerrar con un disco de material vítreo, asentado con mezcla de cal, o mastic asfáltico si se encuentra debajo de la napa freática.

VIII. I.- CONDICIONES GENERALES

A los efectos de la realización del proyecto, se deben seguir una serie de disposiciones que se detallan a continuación:

- Se debe seguir en lo posible la pendiente del terreno, porque la excavación será mínima.
- La tapada mínima en vereda es de 1 m, y en calzada de 1,20 m.
- El diámetro mínimo es 160 mm
- La pendiente mínima para cañería de 160 mm es del 0,3 %, aunque no verifique la velocidad mínima de 0,60 m/s.
- La velocidad mínima de circulación del líquido es de 0,60 m/s.
- La velocidad máxima es de 3 m/s.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 72 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



IX. DESCRIPCIÓN DE LA URBANIZACIÓN EN ESTUDIO

IX. A.- HISTORIA

Chazón nació como consecuencia de que la “Compañía de Ferrocarril Central Argentino” adquiriera las tierras a dos empresarios suizos, que tenían extensiones de campos en la zona. Comenzaron a llegar alemanes, suizos, italianos y españoles, producto de la inmigración europea, que se fueron agrupando en colonias rurales y comenzaron a trabajar el suelo; determinando así una zona netamente de trabajo rural.

IX. B.- UBICACIÓN Y VÍAS DE ACCESO

Chazón es una localidad ubicada al sudeste de la provincia de Córdoba, a 237 km de la capital, en el departamento General San Martín, de la provincia de Córdoba, República Argentina. Las coordenadas correspondientes a su ubicación son 33° 4' 41" Sur, 63° 16' 30" Oeste expresadas en grados, minutos y segundos. Su altitud media sobre el nivel del mar es de 138 metros.

La misma cuenta con una población estimada en 1061 habitantes, según el Censo del INDEC 2010.

Se accede a la misma desde la capital provincial viajando hacia la localidad de Villa María por autopista Córdoba – Rosario, y desviar en el acceso por la ruta provincial N°4, hasta la localidad. Precisamente, se encuentra en la intersección de las rutas provinciales RP 4 y RP 11, a 58 km de La Carlota Ruta 8, y a 75 km de Villa María Ruta 9. A su vez, se encuentra atravesada por las vías férreas (con dirección oeste – este).

En la siguiente secuencia de figuras se puede observar de un nivel macro a un nivel micro la ubicación exacta del loteo a trabajar; Figura N° IX-1, Figura N° IX-2, Figura N° IX-3, Figura N° IX-4, Figura N° IX-5.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 74 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Figura N° IX-1. Ubicación Argentina

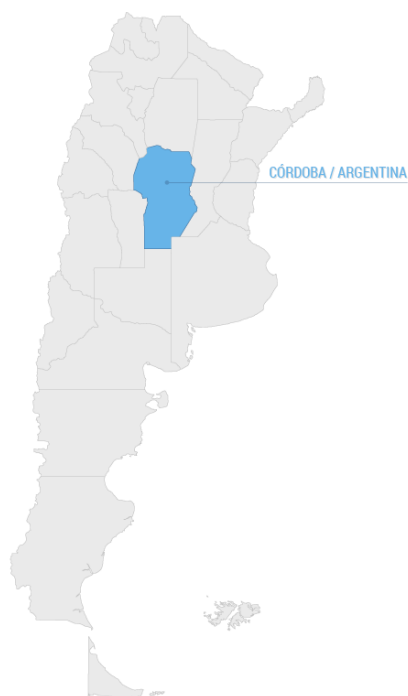


Figura N° IX-2. Ubicación de la provincia de Córdoba

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 75 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Figura N° IX-3. Ubicación Dto. Gral. San Martín, en provincia de Córdoba

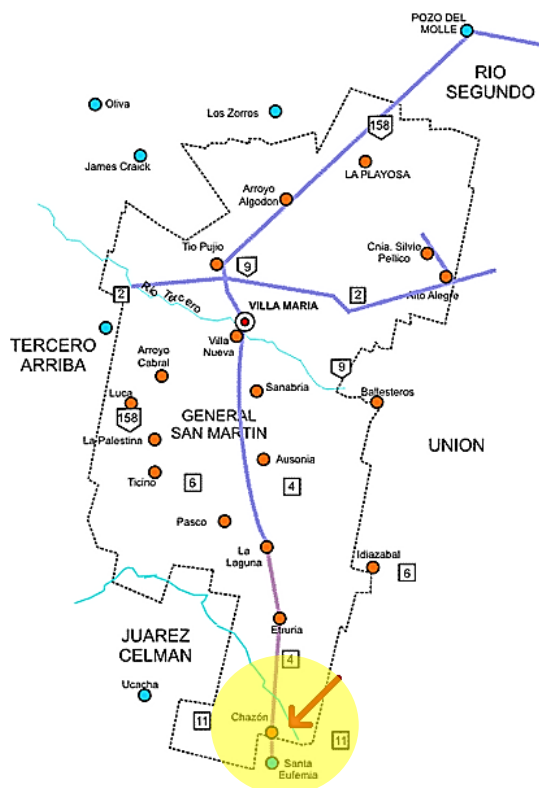


Figura N° IX-4. Ubicación de la localidad en el Depto. Gral. San Martín

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 76 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

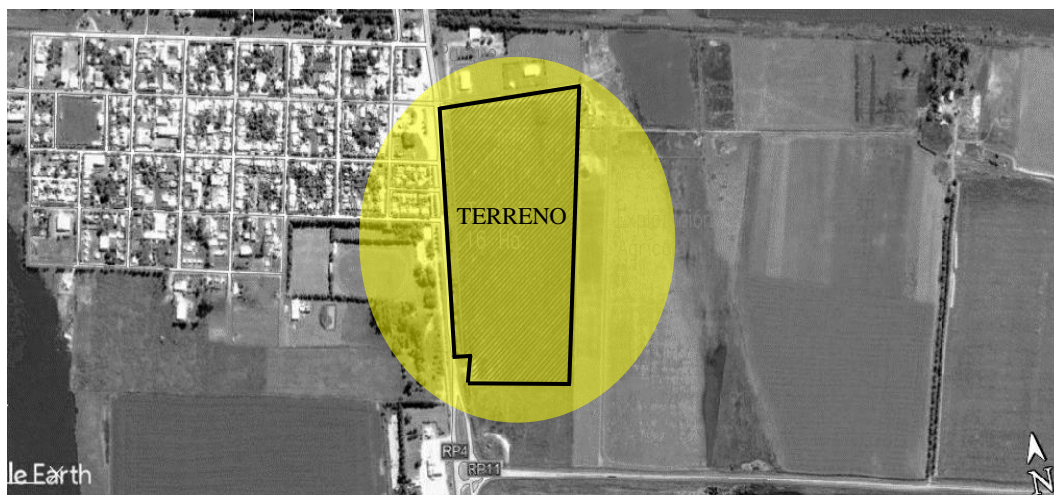


Figura N° IX-5. Ubicación del loteo.

IX. C.- CLIMA Y RELIEVE

La localidad de Chazón, por estar enclavada en la región conocida como llanura pampeana, presenta un clima suave, cálido y templado, con más de 260 días de sol al año; con un período de lluvias que se extiende de octubre a marzo y otro seco entre abril y septiembre. El verano se presenta cálido y con aumento en la humedad relativa mientras que el invierno se presenta seco y no muy riguroso. En otoño y primavera, en general, se presenta buen tiempo, con marcada amplitud térmica, lo que produce una sensación agradable durante el día y un poco fresco durante la noche y las primeras horas de la mañana. Se presentan precipitaciones de aproximadamente 799 mm anuales. La temperatura media es de 24,2°C en enero, que es el mes caluroso del año y julio tiene la temperatura promedio más baja del año, de 10°C.

En lo referido al relieve, se caracteriza por ser una zona plana sin serranías ni montañas.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



IX. D.- CARACTERIZACIÓN DE LA LOCALIDAD

La superficie del ejido municipal es de aproximadamente 100 hectáreas. La planta urbana abarca 28,2 hectáreas de superficie, tiene forma de cuadrícula, dado que predominan las líneas rectas en el trazado de las calles, que se cortan perpendicularmente, con una gran sensación de orden.

IX. E.- DISTRIBUCIÓN DE LA URBANIZACIÓN

La misma es marcadamente uniforme, no distinguiéndose sectores con más o menos densidad poblacional. La principal centralidad urbana está dada por la Calle 14 (Ruta Provincial N° 11), núcleo de la actividad comercial; sobre ella se encuentra la terminal de ómnibus, la iglesia, una de las estaciones de servicio. En el centro de su estructura urbana se localiza el Palacio Municipal, el Jardín de Infantes, Cooperativa, Centro de Jubilados, Banco de Córdoba, Dispensario Municipal – Geriátrico, Centro Educativo Miguel R. de la Torre (escuela primaria), entre otros. Hacia los bordes de la urbanización, se encuentra la comisaría local y el Club Sportivo y Biblioteca Chazón.

El 65% del total de las calles que recorren la localidad, son pavimentadas, mientras que un 85% de ellas, cuentan con cordón cuneta. El resto, son calles consolidadas que permiten el tránsito los días de lluvia.

Estructura urbana: en la siguiente Figura N° IX-6 se puede observar la distribución de la estructura urbana, que cuenta con las presentes referencias:

1. Parque Industrial
2. Instituto Agrotécnico Industrial Chazón
3. Municipalidad
4. Ferrocarril NCA
5. Centro Educativo “Miguel R. de la Torre”
6. Jardín de Infantes “Arturo U. Illia”
7. Policía
8. Dispensario Municipal - Geriátrico

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 78 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Figura N° IX-6. Estructura urbana.

IX. F.- SERVICIOS

IX. F. 1.- SERVICIO CLOACAL

No existe servicio de alcantarillado cloacal, pero se cuenta con el proyecto, cuya aprobación se espera obtener a la brevedad para dar comienzo con las obras en un futuro lo más cercano posible. En la actualidad, los efluentes se tratan en forma individual mediante cámaras sépticas y pozos negros en cada vivienda con el consabido riesgo de contaminación de napas y el inconveniente adicional de su desagote periódico debido a que el uso de detergentes y jabones impermeabilizan las paredes de los pozos. La descarga de camiones atmosféricos es efectuada a los costados de la Ruta Provincial N° 24 en la zona de préstamos y en el sector denominado los silos.

IX. F. 2.- SERVICIO DE AGUA POTABLE

La localidad cuenta con servicio de agua potable con algo menos de 300 conexiones. El municipio provee al 100% de la población el servicio de agua potable, bacteriológica y químicamente apta para el consumo humano, a un costo

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 79 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



razonable, no sólo por la mejora en la calidad de vida sino en la apertura de posibilidades para la radicación de empresas que requieren de buenos servicios.

IX. F. 3.- OFERTA EDUCATIVA

En lo que respecta a este tema, cuenta con instituciones en los tres niveles: jardín de infantes, nivel primario y secundario. La primera, de nivel inicial, se denomina “Jardín de Infantes Arturo Umberto Illia”. La segunda, de nivel primario, “Centro Educativo Miguel Rodríguez de la Torre”, mientras que la tercera, de nivel secundario, “Instituto Agrotécnico Industrial Chazón”, con orientación agropecuaria (tambo, invernáculos, viveros, sala de industria, entre otros) como su nombre lo indica, otorgándole en la actualidad el título con validez técnica a sus egresados, quienes permanecen en la institución 7 años para poder recibir el mismo.

IX. F. 4.- TRANSPORTE

En el transporte de corta y larga distancia, varias empresas prestan el servicio a localidades de muchos puntos de nuestra provincia, incluso hacia algunos de nuestro país. Existe además el servicio de depósito de encomiendas, el cuál es muy utilizado ya que desde allí se mandan y reciben encomiendas de todo el país.

IX. F. 5.- HOTELERÍA

Cuenta con dos ofertas en lo que a hotelería respecta, siendo una de ellas muy precaria y con poca disponibilidad, por lo que muchas veces se considera la restante como única opción. Esta última, es un hotel que cuenta con 8 habitaciones localizadas en el predio de la estación de servicios Planta Segura – Oíl Chazón, en la intersección de las Rutas Provinciales N°4 y N°11. Este servicio es utilizado en su mayoría por viajeros o camioneros, como punto de paso en sus recorridos.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 80 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



IX. F. 6.- ALUMBRADO PUBLICO

El 95% de la localidad tiene tres columnas por cuadra con luminarias. Recientemente, se están reemplazando los viejos artefactos por luminarias con tecnología LED a fin de obtener una reducción en el consumo a nivel pueblo y una mejoría en el fin para el cuál se emplean estos artefactos, que es mayor iluminación.

IX. F. 7.- PARQUE INDUSTRIAL

La localidad cuenta con un parque industrial en las cercanías del futuro loteo, el cual tiene una extensión de 4,5 hectáreas. En el mismo, se van instalando empresas lentamente, contando en la actualidad con 3 industrias en funcionamiento. Desde el municipio se impulsan proyectos que incorporen el agregado de valor en los productos que se producen en la zona: dos acopiadoras, semillero, fábrica de quesos y una de aberturas y muebles.

IX. F. 8.- OTROS SERVICIOS

Cuentan con cables pre-ensamblados y postación de hormigón, lo que les da la seguridad en el suministro y una gran calidad en el servicio de electricidad.

A través del gasoducto Santa Eufemia – Ausonia, la población se sirve de este servicio, teniendo más del 94% de las viviendas con gas natural.

Los otros servicios con los que cuenta son teléfono -220 usuarios-, electricidad -275 usuarios-, gas natural -275 usuarios- y TV cable -150 usuarios-. La industria más importante de la localidad la constituye la Aceitera General Deheza, en cuya sucursal se realiza biotecnología para soja, aunque su principal función consiste en ser una planta seleccionadora y de acopio de granos.

El mantenimiento de los caminos rurales está a cargo del Consorcio Caminero, para poder permitir la libre entrada y salida de camiones lecheros.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 81 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



IX. G.- DISEÑO Y DIMENSIONES DE MANZANAS Y LOTES

El proyecto de urbanización cuenta con un total de 16 hectáreas. Para mayor simplicidad se buscó que todos los lotes tengan las mismas dimensiones, 20 metros de frente por 30 metros de fondo, computando un total de 600 metros cuadrados por lote; a su vez estas dimensiones adoptadas reflejan similitudes con la traza existente relevada en la ciudad; observando que la mayor cantidad de parcelas preexistentes presentaban estas dimensiones, o similares. Continuando de esta manera un trazado homogéneo en el crecimiento de la ciudad.

En el Plano N° 001 adjunto en el anexo se puede observar el trazado preexistente de la localidad y el terreno sobre el cual se desarrolla el loteo. Mientras que las dimensiones exactas y los respectivos ángulos del terreno se encuentran detallados en el Plano N° 002; necesario para el posterior trazado de manzanas, calles, espacios verdes, entre otras.

Partiendo de las dimensiones del terreno se analizaron diferentes alternativas de trazado buscando siempre obtener el mayor aprovechamiento del terreno. Optimizando usos y espacios. Como resultado se logró un total de 16 manzanas y 141 lotes; distribuidos en manzanas de 100 metros por 60 metros. Pese a ciertos casos especiales de que presentan otras dimensiones. Dicha descripción podrá observarse en el Plano N° 003, junto a la nomenclatura utilizada para las calles que continúan la lógica numeral existente.

Por último, en relación a los trazados se deja plasmado en el Plano N° 004 una manzana tipo, con sus respectivas dimensiones y parcelas.

IX. H.- PROYECTO VIAL

Las calles son la base de cualquier sistema de movilidad vehicular. Además, son los pilares para el desarrollo económico de las ciudades. En el proceso de diseño de una calle, es importante tener clara la relación que tiene la misma con otras vías de la ciudad, así como, con elementos urbanos, zonas habitacionales, comerciales, industriales y equipamiento. La calle forma parte de un sistema complejo, la forma

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 82 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

de este sistema condiciona el funcionamiento cotidiano de una ciudad y tiene efectos directos en aspectos tales como su conectividad, movilidad y habitabilidad.

A la hora de plantear el proyecto vial del barrio se buscó cumplir con los aspectos antes detallados. Principalmente el de seguir con el trazado que caracteriza a la ciudad, sin dejar pasar por alto el escurrimiento superficial de las aguas de lluvia.

En primera medida, se estableció como pendiente de escurrimiento longitudinal 0,3%, ya que en el código de edificación no se establece nada al respecto. Y pendiente transversal, 2%. En la siguiente Figura N° IX-7, se puede observar la sección transversal de las calles y como es el funcionamiento frente a la presencia de aguas de lluvias.

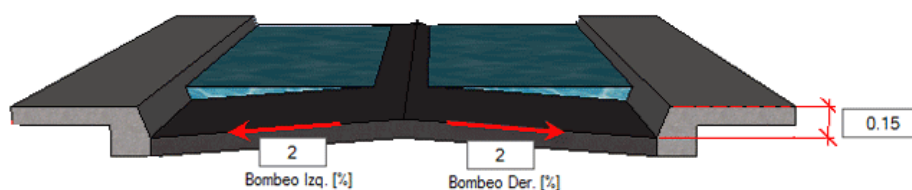


Figura N° IX-7. Sección transversal

El proyecto vial cuanta con tres perfiles de calles tipo, con el objetivo de maximizar el aprovechamiento, en referencias a sus usos y circulaciones:

- Calle tipo 1: Es el boulevard principal con 20 metros de ancho y un cantero central que aporta mayor vegetación a la urbanización mejorando la calidad ambiental, de sanidad, visual y permitiendo la separación de los dos flujos vehiculares, otorgando mayor seguridad. Ver Figura N° IX-8.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

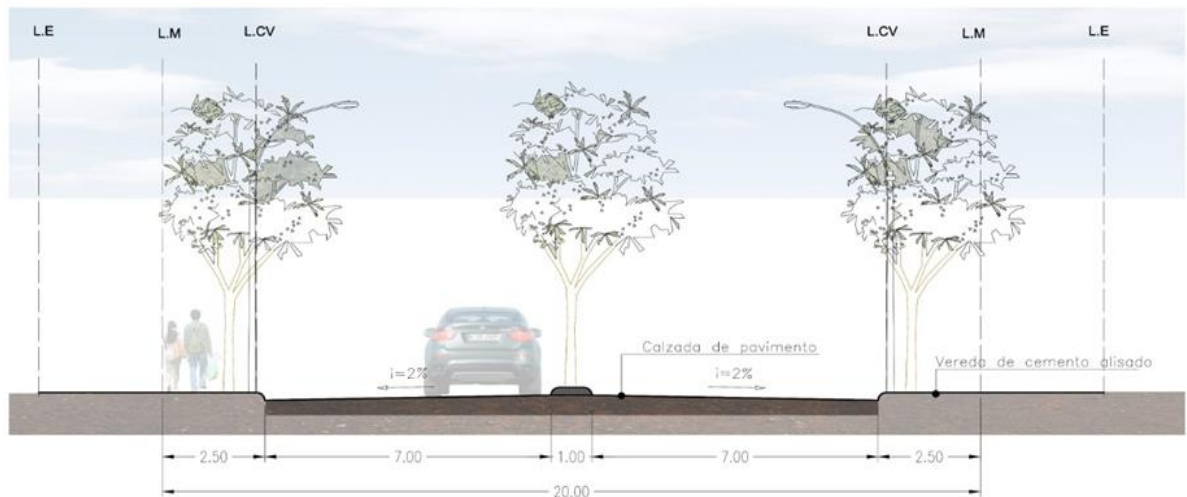


Figura N° IX-8. Perfil calle tipo 1.

- Calle tipo 2: son las calles destinadas para los frentes de lotes. Tienen un ancho de 16 metros, permitiendo la circulación de un vehículo y en simultáneo que haya un auto estacionado por sentido. Ver Figura N° IX-9.

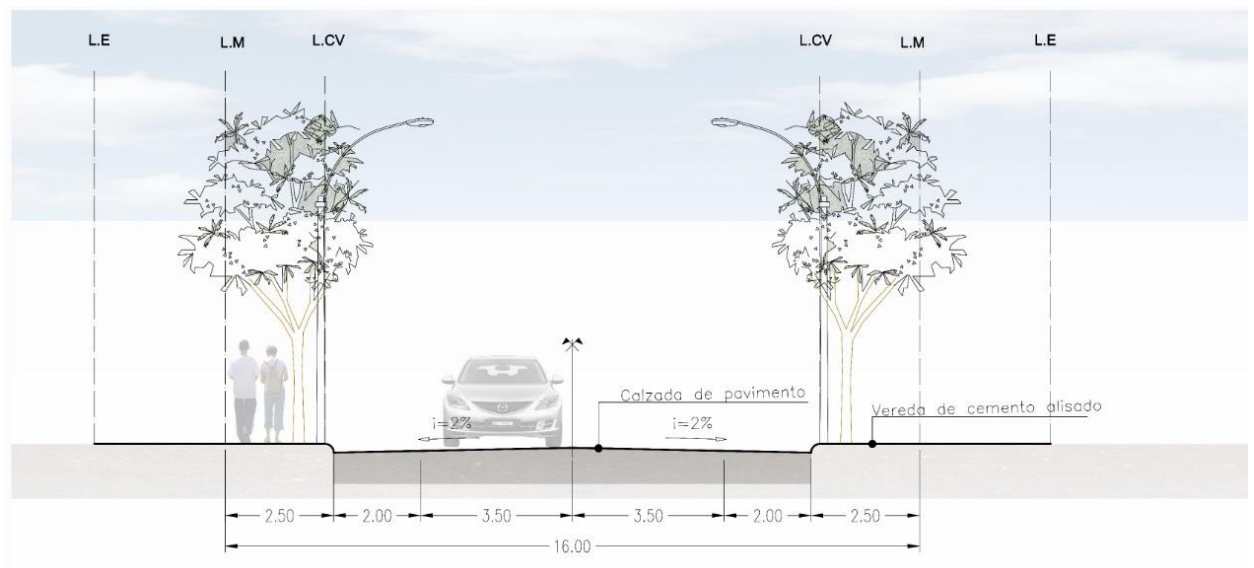


Figura N° IX-9. Perfil calle tipo 2.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 84 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

- Calle Tipo 3: Calles de 12 metros de ancho, permitiendo solo la circulación de un vehículo por lado, son las que se ubicaban hacia uno de los laterales de los terrenos de esquina. A estas calles se les disminuyó el ancho con el objetivo de tener un mayor aprovechamiento de este espacio en otros aspectos, como aumentar los espacios verdes y cantidad de lotes. Ver Figura N° IX-10.

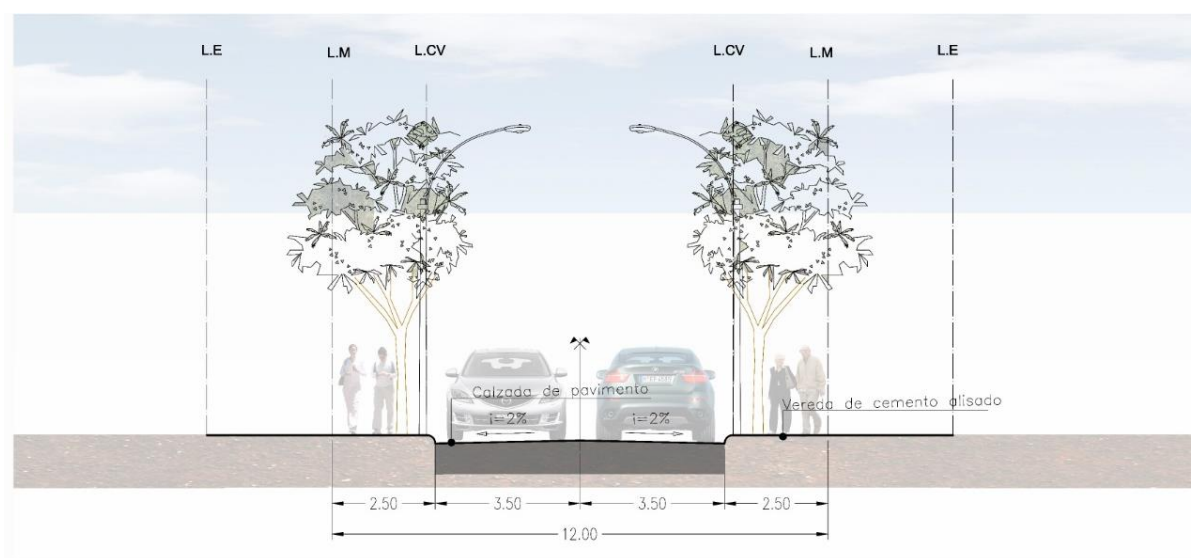


Figura N° IX-10. Perfil calle tipo 3.

IX. I.- CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN

IX. I. 1.- INTRODUCCIÓN

El crecimiento demográfico de una localidad en un determinado periodo es consecuencia de la acción conjunta de dos procesos; el crecimiento vegetativo y el movimiento migratorio.

El crecimiento vegetativo: es la diferencia entre los nacimientos y las defunciones acaecidas durante el periodo analizado.

El movimiento migratorio: representa la entrada y salida de personas en el mismo periodo.

Frente a este proceso, que es de naturaleza muy compleja, los distintos métodos de proyección analizados se limitan a estimar como habrá de ser la

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



evolución de la localidad en el futuro, teniendo en cuenta para ello como ha sido su evolución en el pasado.

IX. I. 2.- CONDICIONES GENERALES

Conviene precisar cuáles son las condiciones generales de las proyecciones a realizar con respecto a:

El periodo de proyección: en general se lo establece en base al periodo de diseño o vida útil de las instalaciones. En este caso, se hará para un periodo de diseño de 10 y 20 años (años 2028 y 2038).

Tamaño de la localidad: la localidad de Chazón tiene una zona rural que abarca más de 35.000 has con tambos, agricultura y ganadería y es receptora de la gente que todavía vive en el campo.

Fuentes de información: las proyecciones demográficas se basarán en los datos de los tres censos nacionales de población y vivienda. La población de los distintos periodos se calculó proyectando la población del censo de los años 1991, 2001 y 2010 con los datos correspondientes al censo del año 2010, que fueron publicados por el Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina (INDEC). Ver Tabla N° IX-1.

Tabla N° IX-1. Datos del censo.

AÑOS	1991	2001	2010
POBLACIÓN	953	963	1061

IX. I. 3.- PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

IX. I. 3. a.- Proyección aritmética:

El uso de este método para proyectar la población tiene ciertas implicancias. Desde el punto de vista analítico implica incrementos absolutos constantes, lo que demográficamente no se cumple ya que por lo general las poblaciones no aumentan numéricamente en la misma magnitud a lo largo del tiempo.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 86 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Para poder realizar la Proyección Aritmética, se debe determinar un valor K_a para dos intervalos de tiempo reales.

- Determinamos K_a para un intervalo de tiempo real (1991-2001)

$$K_a = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1} \quad \text{Ecuación IX-1}$$

$$K_a = \frac{963 - 953}{10} = 1$$

- Determinamos K_a para un intervalo de tiempo real (2001-2010)

$$K_a = \frac{P_3 - P_2}{t_3 - t_2} = \frac{1061 - 963}{9} = 10,89$$

Teniendo estos dos valores se busca un valor promedio entre ambos.

Promedio: $K_a = 5,95$

La estimación de la población para el año 2028 por Proyección Aritmética, utiliza la siguiente Ecuación IX-2:

$$P = P_{2010} + K_a * (2028 - 2010) \quad \text{Ecuación IX-2}$$

$$P = 1061 + 5,95 * (2028 - 2010) = 1168,10$$

$$P_{2028} = 1168 \text{ habitantes}$$

De la misma forma se realiza la estimación de la población para el año 2038 (proyección a 20 años)

$$P = P_{2010} + K_a * (2038 - 2010) = 1061 + 5,95 * (2038 - 2010) = 1227,60$$

$$P_{2038} = 1228 \text{ habitantes}$$

IX. I. 3. b.- Proyección geométrica:

Un crecimiento de la población en forma geométrica o exponencial, supone que la población crece a una tasa constante, lo que significa que aumenta proporcionalmente lo mismo en cada período de tiempo.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 87 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Lo primero que debe hacerse es determinar la constante de crecimiento geométrico K_g para los dos intervalos de tiempo con los que estamos trabajando.

- Determinamos K_g para un intervalo de tiempo real (1991-2001)

$$K_g = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1} \quad \text{Ecuación IX-3}$$

$$K_g = \frac{\ln 963 - \ln 653}{10} = \mathbf{0,00104}$$

- Determinamos K_g para un intervalo de tiempo real (2001-2008)

$$K_g = \frac{\ln P_3 - \ln P_2}{t_3 - t_2} = \frac{\ln 1061 - \ln 963}{9} = \mathbf{0,0108}$$

De ambos valores obtenemos un promedio:

$$\text{Promedio: } K_g = \mathbf{0,00592}$$

Teniendo el K_g promedio; con la Ecuación IX-4 se calcula la población futura para el año 2028:

$$\ln P_{2028} = \ln P_{2010} + k_g (2028 - 2010) \quad \text{Ecuación IX-4}$$

$$\ln P_{2028} = \ln 1061 + 0,00592 * (2028 - 2010)$$

$$\ln P_{2028} = 7,074$$

$$P_{2028} = \mathbf{1180,86 \cong 1181 \text{ habitantes}}$$

De la misma forma se procede para la proyección a 20 años.

$$\ln P_{2038} = \ln P_{2010} + k_g (2038 - 2010) = \ln 1061 + 0,00592 * (2038 - 2010)$$

$$\ln P_{2038} = 7,132$$

$$P_{2038} = \mathbf{1251,38 \cong 1252 \text{ habitantes}}$$

IX. I. 3. c.- Tasa de crecimiento medio anual decreciente

La proyección utilizando tasa de crecimiento medio anual decreciente consiste en subdividir el periodo de diseño en sub periodos y aplicar tasas diferentes para cada uno de ellos. A través de este procedimiento, se consigue reproducir la

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 88 de 237			
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



situación de desaceleración que caracteriza el comportamiento demográfico de las localidades que atraviesan por periodos de crecimiento explosivo. El método consiste en subdividir el periodo de diseño n (20 años) en dos sub periodos y calcular respectivamente la población inicial de diseño P_i a partir del último censo P_o , la final $P_1 = P_{2028}$ del primer sub periodo y la final del segundo sub periodo $P_2 = P_n = P_{2038}$ población de diseño de periodo de n años.

La tasa de crecimiento medio anual inicial i_1 a aplicar para calcular la población inicial P_i y la final P_1 del primer sub periodo, se obtiene aplicando la fórmula:

$$i_1 = \left[\left(\frac{P_o}{P_o - 1} \right)^{1/N_1} - 1 \right] \quad \text{Ecuación IX-5}$$

Donde:

P_o : población correspondiente al último censo

$P_o - 1$: población correspondiente al penúltimo censo

N_1 : cantidad de años entre el último y penúltimo censo

$$i_1 = \left(\frac{1061}{963} \right)^{1/9} - 1$$

$$i_1 = 0,010826378$$

En consecuencia, aplicado el método de tasas de crecimiento medio anual constante en cada lapso o subperiodo, se tiene:

$$P_i = P_o * (1 + i_1)^{n_o} \quad \text{Ecuación IX-5}$$

$$P_1 = P_i * (1 + i_1)^{n_1} \quad \text{Ecuación IX-6}$$

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 89 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Donde:

Pi: población inicial (año 2018)

P1: población final correspondiente al primer sub periodo (año 2028)

N0: cantidad de años entre el último censo y la fecha inicial del proyecto (8 años)

N1: cantidad de años entre las dos fechas inicial y final del primer sub periodo (10 años)

$$P_{2018} = P_{2010} * (1 + 0,010826378)^8$$

$$P_{2018} = 1061 * (1 + 0,010826378)^8$$

$$P_{2018} = 1156.45 \cong 1156$$

$$P_{2028} = P_{2018} * (1 + (1 + 0,010826378)^{10})^{10}$$

$$P_{2028} = 1156 * (1 + 0,010826378)^{10}$$

$$P_{2028} = 1287,42 \cong 1288$$

Las tasas de crecimiento medio anual i_2 del segundo sub periodo, se determina de la siguiente forma:

$$i_2 = \frac{\left[\left(\frac{P_0}{P_{0-1}} \right)^{\frac{1}{N_1}} - 1 \right] + \left[\left(\frac{P_0-1}{P_{0-2}} \right)^{1/N_2} - 1 \right]}{2} \quad \text{Ecuación IX-8}$$

Donde:

Po-2: población correspondiente al antepenúltimo censo=1991

N2: Cantidad de años entre el penúltimo y antepenúltimo censo = 10

$$i_2 = \frac{\left[\left(\frac{P_{2010}}{P_{2001}} \right)^{\frac{1}{10}} - 1 \right] + \left[\left(\frac{P_{2001}}{P_{1991}} \right)^{1/11} - 1 \right]}{2}$$

$$i_2 = \frac{\left[\left(\frac{1061}{963} \right)^{\frac{1}{10}} - 1 \right] + \left[\left(\frac{963}{953} \right)^{1/11} - 1 \right]}{2}$$

$$i_2 = 0,005935387$$

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 90 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



La tasa i_2 es aplicable, solamente, si se cumple que es menor que i_1 , a fin de reproducir la desaceleración en el crecimiento demográfico. De lo contrario, si es igual o mayor, para segundo sub periodo se vuelve a aplicar la tasa i_1 del primer sub periodo, eso significa retomar un ritmo creciente. O sea:

$$P_n = P_2 = P_f = P_1 * (1 + i_2)^{n_2} \quad \text{Ecuación IX-7}$$

(Población final o de diseño para $i_1 > i_2$)

$$P_n = P_2 = P_f = P_1 * (1 + i_1)^{n_2} \quad \text{Ecuación IX-8}$$

(Población final o de diseño para $i_2 > i_1$)

Donde:

n_2 : cantidad de años entre las fechas inicial y final del segundo sub periodo
siendo $n = n_1 + n_2 = \text{periodo de diseño}$

$$P_n = P_2 = P_f = 1288 * (1 + 0,005935387)^{10}$$

$$P_n = P_2 = P_f = P_{2038} = 1366,52 \cong 1367 \text{ habitantes.}$$

IX. I. 4.- CONCLUSIÓN

Una vez realizados los tres métodos de proyecciones (aritmético, geométrico y crecimiento decreciente) se obtuvieron valores muy similares, los cuales estiman un crecimiento poblacional para el año 2038 de 1282 habitantes aproximadamente. Dicho valor es el resultado obtenido mediante el promedio de los tres métodos; al cual, si lo comparamos con el crecimiento que tuvo la población en los últimos años, ronda en lo correcto.

A continuación, se presenta la Tabla N° IX-2, en la cual se resumen los resultados obtenidos.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 91 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla N° IX-2. Resumen de los resultados obtenidos

MÉTODO	POBLACIÓN ESTIMADA A 20 AÑOS
Aritmético	1228
Geométrico	1252
Crecimiento decreciente	1367

Por último, cabe destacar que la localidad cuenta con un proyecto concreto de aguas termales, lo cual le dará un posible crecimiento exponencial de habitantes en los primeros años, ya que estos proyectos fomentan el turismo y el trabajo que viene acompañado con ello. Luego de este crecimiento exponencial, se normalizaría el crecimiento poblacional tal como se vio reflejado en los últimos años y en el estudio realizado.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 92 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



X. HIDROLOGÍA

X. A.- MEMORIA DESCRIPTIVA

Para el loteo en cuestión, desde el punto de vista hidrológico, se hizo un estudio macro y micro de la zona; se analizó la presencia de cuencas externas que aportan al loteo el ingreso del escurrimiento superficial. Este análisis se complementó con el estudio de las cuencas dentro del loteo previo a la urbanización y posterior a esto. Se analizaron las características fisiográficas de las cuencas y se determinaron las lluvias de diseño para llevar a cabo la modelación hidrológica y comparar tres escenarios diferentes que más adelante se mostrara.

Además, se diseñó una laguna de retención con las dimensiones pertinentes para atenuar los picos de los hidrogramas de salida.

Por último, con la información obtenida en el desarrollo, se realizó la verificación hidráulica de las calles, necesaria para un correcto funcionamiento del barrio en un futuro.

X. B.- CARACTERIZACIÓN DE LAS CUENCAS DE APORTE

X. B. 1.- CUENCA EXTERNA AL LOTEO

El primer paso es la determinación de la cuenca externa de aporte al loteo. Para poder delimitar la misma, se obtuvo información topográfica de las curvas de nivel a partir de las cartas IGM (Instituto Geográfico Militar), carta correspondiente a la zona de Chazón, tal como se puede ver en el anexo Plano N° 005.

Ya con la carta IGM, y luego de analizarla en reiteradas oportunidades se hizo un primer trazado de la cuenca externa, denotada con la letra “A”, como se puede ver en las Figura N° X-1 y Figura N° X-2; y más detalladamente en los Planos N° 006 y N° 007 adjuntos en el anexo.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 94 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

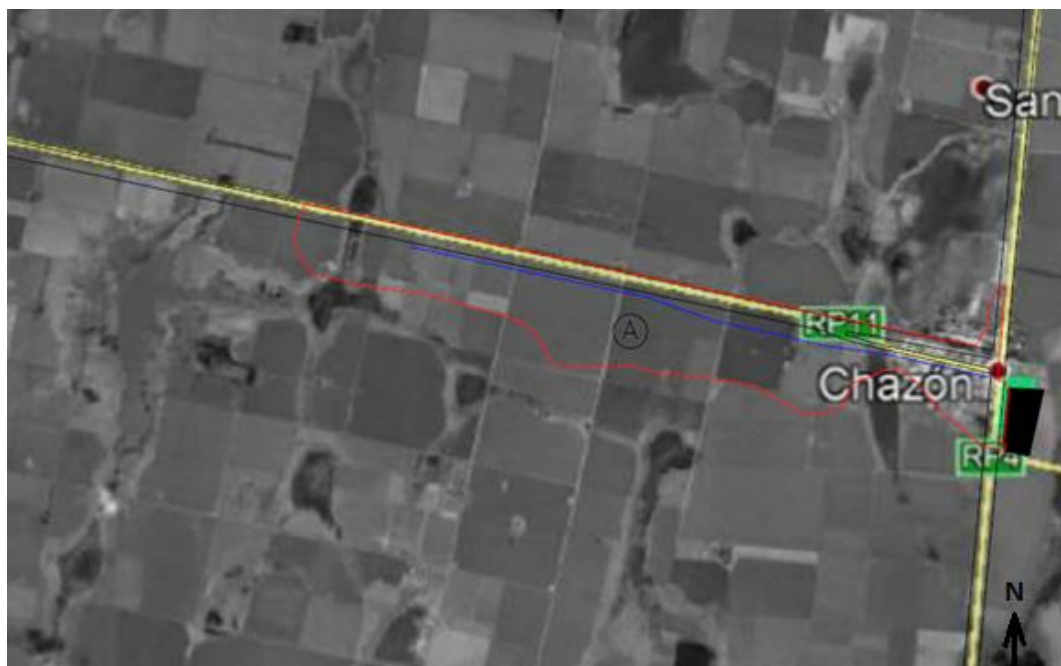


Figura N° X-1. Cuenca externa, Google Earth



Figura N° X-2. Cuenca externa, Carta IGM

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 95 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Para esta primera delimitación de la cuenca se tuvo en cuenta la presencia de la ruta provincial número 11 y la ruta provincial número 4, las cuales actúa como una barrera y divisorias de agua, generada por el accionar del ser humano. Es importante remarcar que dicha cuenca no afectaría al loteo, ya que a primera vista no habría presencia de ningún elemento que actúe como conector entre la cuenca y el loteo, como puede ser el caso de una alcantarilla. Por eso, el paso siguiente fue realizar un relevamiento en profundidad de la zona en la cual se encuentra la cuenca y sus alrededores, con el objetivo de encontrar la presencia de alguna alcantarilla o elementos que modifiquen el análisis. Luego de realizar el relevamiento, se pudo detectar que la única alcantarilla existente que está dentro de la zona de trabajo, se encuentra más al sur, indicada en el Plano N°008, con un círculo y su correspondiente referencia. A continuación se presentan tres figuras, Figura N° X-3, Figura N° X-4, Figura N° X-5; donde se muestra el estado actual alcantarilla relevada.



Figura N° X-3. Alcantarilla relevada, foto 1

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 96 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Figura N° X-4. Alcantarilla relevada, foto 2



Figura N° X-5. Alcantarilla relevada, foto 3

Por todo lo explicado y analizado con anterioridad se llega a la conclusión de que el sitio no se ve afectado por la cuenca externa previamente marcada ni por

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 97 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



ninguna otra cuenca externa, por tanto, el análisis que debía realizarse posteriormente no es necesario.

X. B. 2.- CUENCAS DE APOORTE INTERNAS DEL LOTE O

En el siguiente apartado se explicará el análisis que se hizo de las cuencas previo a la urbanización y posterior a esto en el terreno donde se encontrará emplazado el loteo; estudiando los cambios que se producen con el objetivo de disminuir los negativos en la mayor medida posible.

X. B. 2. a.- Antes de la urbanización

Para la delimitación de las cuencas internas al loteo previo a la urbanización, se trabajó con las curvas de nivel obtenidas a partir del Software Global Mapper 18. Este software se basa en procesamiento de datos SIG (Sistema de Información Geográfica) que incluye todo tipo de información cartográfica y de mapas. En la siguiente Figura N° X-6, se pueden observar las curvas obtenidas por el programa. La información obtenida presenta grandes similitudes con datos de Google Earth y datos de la zona; motivo por el cual se consideró adecuada la utilización de la información brindada por el software para continuar con la realización del trabajo.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 98 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Figura N° X-6. Curvas de nivel de Global Mapper

Con las curvas de nivel y los conocimientos previos, se determinaron dos cuencas con todas sus características que más adelante se detallaran. Estas características son: área y perímetro de la cuenca, longitud y pendiente de los cauces; todo el análisis se hizo por medio del software AutoCAD.

Al Norte del loteo tenemos la cuenca “B” y al Sur la cuenca “C”. Para ambas se utilizó los límites del terreno como límites de cuenca. En el Plano N° 009, se puede ver bien detallada ambas cuencas.

Luego del desarrollo de los subsiguientes cálculos se obtuvieron los tiempos de concentración de cada cuenca. Para todos los cálculos, se basó en la información brindada al comienzo del trabajo en el marco teórico de hidrología. Los CN (Numero de Curvas) necesarios para realizar los cálculos se obtuvieron de la Figura N° X-7, (Tucci, 1994). Cabe destacar, que a partir de diferentes estudios, se conoce que el tipo de suelo es un suelo tipo “B”, suelos arenosos y con permeabilidad superior a la media. Y gracias al relevamiento realizado, se sabe que el uso de suelo el agrícola. En el Plano N° 010 se presentan ambas cuencas referenciadas con sus usos de suelo.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 99 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabela 11.2. Valores do parâmetro CN para bacias rurais

Uso do solo	Superfície	A	B	C	D
Solo lavrado	com sulcos retilíneos	77	86	91	94
	em fileiras retas	70	80	87	90
Plantações regulares	em curvas de nível	67	77	83	87
	terraceado em nível	64	76	84	88
	Em fileiras retas	64	76	84	88
Plantações de cereais	Em curvas de nível	62	74	82	86
	terraceado em nível	60	71	79	82
	Em fileiras retas	62	75	83	87
Plantações de legumes ou cultivados	Em curvas de nível	60	72	81	84
	Terraceado em nível	57	70	78	89
	Pobres	68	79	86	89
	Normais	49	69	79	94
	Boas	39	61	74	80
Pastagens	Pobres, em curvas de nível	47	67	81	88
	Normais, em curvas de nível	25	59	75	83
	Boas, em curvas de nível	6	35	70	79
Campos permanentes	Normais	30	58	71	78
	Esparsas, de baixa transpiração	45	66	77	83
	Normais	36	60	73	79
	Densas, de alta transpiração	25	55	70	77
Chácaras Estradas de terra	Normais	56	75	86	91
	Más	72	82	87	89
	de superfície dura	74	84	90	92
Florestas	muito esparsas, baixa transpiração	56	75	86	91
	esparsas	46	68	78	84
	densas, alta transpiração	26	52	62	69
	normais	36	60	70	76

Figura N° X-7. Tabla de valores CN, uso de suelo agrícola

Cálculos

Cuenca B:

- Tipo de suelo: B;
- Uso de suelo: Plantación de cereales,
- CN:71;
- Área: 73.585,90 m²

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



Cuenca C:

- Tipo de suelo: B;
- Uso de suelo: Plantación de cereales,
- CN:71;
- Área: 86.003,76 m²

A continuación, en las siguientes tablas, Tabla N° X-1, Tabla N° X-2, Tabla N° X-3, Tabla N° X-4; se especifica cada valor de los parámetros necesarios, de las cuencas B y C y valores obtenidos.

Tabla N° X-1. Características cuencas internas antes de la urbanización

Cuenca N°	Área [m ²]	Área [km ²]	Perímetro [m]	Perímetro [km]
Cuenca B	73585,91	0,07	1103,64	1,10
Cuenca C	86003,76	0,09	1188,93	1,19

Tabla N° X-2. Características cauces internos antes de la urbanización

	Longitud [m]	H superior [m]	H Inferior [m]	DH [m]	I [m/m]	i[%]	Lp [pies]
Cauce cuenca B	390,01	157,50	154,50	3,00	0,01	0,77	1279,55
Cauce cuenca C	358,66	157,50	153,50	4,00	0,01	1,12	1176,70

Tabla N° X-3. CN de las cuencas antes de la urbanización

Cuenca B	CN	Área [m ²]	Área [%]
Plantación de Cereales	71	73585,91	100

Cuenca C	CN	Área [m ²]	Área [%]
Plantación de Cereales	71	86003,76	100

Tabla N° X-4. Resultados de las cuencas internas antes de la urbanización

	Tc (SCS) [h]	Tc (SCS) [min]	Te [min]	S [mm]	I _a [mm]
Cuenca B	0,49	29,61	17,77	103,75	20,75
Cuenca C	0,46	27,69	16,61	103,75	20,75

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 101 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Algunas de las fórmulas necesarias para los cálculos fueron las siguientes:

Para calcular el almacenamiento máximo “S”, el cual depende del uso de suelo (CN).

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Ecuación X-1

El tiempo de concentración " T_c ", es el tiempo necesario para que una gota de agua que cae en el punto hidrológicamente más alejado de una cuenca, llegue a la salida, se calcula a través del método del SCS (Soil Conservation Service).

$$T_c = \frac{100 * L_p^{0,8} * \left[\frac{100}{CN} - 9 \right]^{0,7}}{1900 * (S * 100)^{0,5}}$$

Ecuación X-2

Donde:

- L_p = longitud del cauce principal, expresado en pies
- S = Almacenamiento máximo
- CN = Numero de curvas

Las pérdidas iniciales

$$I_a = 0,2 * S$$

Ecuación X-3

Tiempo de relajación

$$T_e = 0,6 * T_c$$

Ecuación X-4

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 102 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

X. B. 2. b.- Después de la urbanización

El trabajo que se llevó a cabo fue, delimitar las cuencas que se formarían luego de la urbanización. Para esto se tuvo en cuenta que el agua de lluvia que cae sobre los lotes escurre hacia el frente de los mismos y las calles funcionan como los cauces de cada subcuenca. De esta forma se contabilizaron un total de 18 cuencas tal como se ve en la Figura N° X-8.

El Plano N° 011, especifica las diferentes cuencas y sus respectivos cauces.

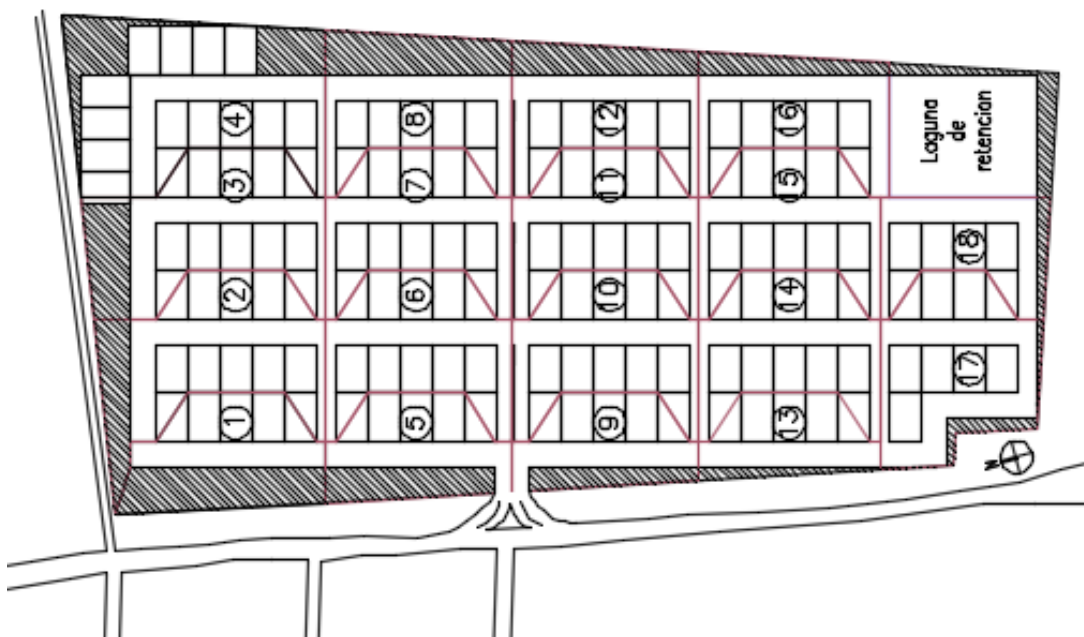


Figura N° X-8. Cuencas internas después de la urbanización

Repitiendo el proceso que se hizo anteriormente, en las siguientes tablas, Tabla N° X-5, Tabla N° X-6, Tabla N° X-7, Tabla N° X-8; se adjuntan los valores calculados para las cuencas.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



Tabla N° X-5. Características cuencas internas después de la urbanización

Cuenca N°	Área [m ²]	Área [km ²]	Perímetro [m]	Perímetro [km]
Cuenca 1	7652,57	0,01	371,36	0,37
Cuenca 2	11053,63	0,01	576,91	0,58
Cuenca 3	11261,38	0,01	512,92	0,51
Cuenca 4	14770,18	0,01	566,98	0,57
Cuenca 5	6444,00	0,01	334,37	0,33
Cuenca 6	8823,69	0,01	448,45	0,45
Cuenca 7	8816,14	0,01	448,21	0,45
Cuenca 8	9248,96	0,01	465,20	0,47
Cuenca 9	5651,85	0,01	320,73	0,32
Cuenca 10	8823,69	0,01	448,45	0,45
Cuenca 11	8818,19	0,01	448,28	0,45
Cuenca 12	8455,38	0,01	451,50	0,45
Cuenca 13	4785,03	0,00	299,22	0,30
Cuenca 14	8519,69	0,01	440,45	0,44
Cuenca 15	8512,18	0,01	440,23	0,44
Cuenca 16	7839,74	0,01	441,90	0,44
Cuenca 17	9829,04	0,01	412,66	0,41
Cuenca 18	6101,20	0,01	392,28	0,39

Tabla N° X-6. Características de los cauces después de la urbanización

	Longitud [m]	H superior [m]	H Inferior [m]	DH [m]	I [m/m]	i[%]	Lp [pies]
Cauce 1	114	156,85	156,51	0,34	0,003	0,30	374,02
Cauce 2	182	156,83	156,28	0,55	0,003	0,30	597,11
Cauce 3	182	156,60	156,05	0,55	0,003	0,30	597,11
Cauce 4	182	156,37	155,83	0,54	0,003	0,30	597,11
Cauce 5	116	156,51	156,16	0,35	0,003	0,30	380,58
Cauce 6	116	156,28	155,93	0,35	0,003	0,30	380,58
Cauce 7	116	156,05	155,70	0,35	0,003	0,30	380,58
Cauce 8	116	155,83	155,48	0,35	0,003	0,30	380,58
Cauce 9	116	156,16	155,81	0,35	0,003	0,30	380,58
Cauce 10	116	155,93	155,58	0,35	0,003	0,30	380,58
Cauce 11	116	155,70	155,35	0,35	0,003	0,30	380,58
Cauce 12	116	155,48	155,13	0,35	0,003	0,30	380,58
Cauce 13	112	155,81	155,47	0,34	0,003	0,30	367,45
Cauce 14	112	155,58	155,24	0,34	0,003	0,30	367,45
Cauce 15	112	155,35	155,01	0,34	0,003	0,30	367,45
Cauce 16	112	155,13	154,79	0,34	0,003	0,30	367,45
Cauce 17	54	155,11	154,95	0,16	0,003	0,30	177,17
Cauce 18	92	155,01	154,74	0,27	0,003	0,29	301,84

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 104 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla N° X-7. CN de la cuenca interna después de la urbanización

De Todas las cuencas	CN	Área [m ²]
Zona residencial	75	155406,53

Tabla N° X-8. Resultados de las cuencas internas después de la urbanización

	Tc (SCS) [h]	Tc (SCS) [min]	Te [min]	S [mm]	I _a [mm]
Cuenca 1	0,18	10,96	6,57	84,67	16,93
Cuenca 2	0,27	15,93	9,56	84,67	16,93
Cuenca 3	0,27	15,93	9,56	84,67	16,93
Cuenca 4	0,27	15,93	9,56	84,67	16,93
Cuenca 5	0,19	11,11	6,67	84,67	16,93
Cuenca 6	0,19	11,11	6,67	84,67	16,93
Cuenca 7	0,19	11,11	6,67	84,67	16,93
Cuenca 8	0,19	11,11	6,67	84,67	16,93
Cuenca 9	0,19	11,11	6,67	84,67	16,93
Cuenca 10	0,19	11,11	6,67	84,67	16,93
Cuenca 11	0,19	11,11	6,67	84,67	16,93
Cuenca 12	0,19	11,11	6,67	84,67	16,93
Cuenca 13	0,18	10,80	6,48	84,67	16,93
Cuenca 14	0,18	10,80	6,48	84,67	16,93
Cuenca 15	0,18	10,80	6,48	84,67	16,93
Cuenca 16	0,18	10,80	6,48	84,67	16,93
Cuenca 17	0,10	6,03	3,62	84,67	16,93
Cuenca 18	0,15	9,23	5,54	84,67	16,93

El CN utilizado en los anteriores cálculos fue obtenido de la Figura N° X-9, (Tucci, 1994), al igual que en el caso anterior, se conoce que el tipo de suelo es, un suelo tipo “B”, suelos arenosos y con permeabilidad superior a la media y que el uso de suelo es agrícola. Se utilizar las mismas formulas, que precedentemente se presentaron.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 105 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabela 11.3. Valores de CN para bacias urbanas e suburbanas

Utilização ou cobertura do solo	A	B	C	D
Zonas cultivadas: sem conservação do solo	72	81	88	91
com conservação do solo	62	71	78	81
Pastagens ou terrenos em más condições	68	79	86	89
Baldios boas condições	39	61	74	80
Prado em boas condições	30	58	71	78
Bosques ou zonas cobertura ruim	45	66	77	83
Florestais: cobertura boa	25	55	70	77
Espaços abertos, relvados, parques, campos de golf, cemitérios, boas condições	39	61	74	80
com relva em mais de 75% da área	49	69	79	84
com relva de 50 a 75% da área	49	69	79	84
Zonas comerciais e de escritórios	89	92	94	95
Zonas industriais	81	88	91	93
Zonas residenciais				
lotes de (m ²) % média impermeável				
<500 65	77	85	90	92
1000 38	61	75	83	87
1500 30	57	72	81	86
2000 25	54	70	80	85
4000 20	51	68	79	84
Parques de estacionamento, telhados, viadutos, etc	98	98	98	98
Arruamentos e estradas				
asfaltadas e com drenagem de águas pluviais	98	98	98	98
paralelepípedos	76	85	89	91
terra	72	82	87	89

Figura N° X-9. Tabla de valores CN, uso de suelo residencial

X. C.- DETERMINACIÓN DE LLUVIA DE DISEÑO

Para poder determinar la lluvia de diseño, lo primero que se hizo fue obtener las curvas IDF de la zona a trabajar, (INA – CIRSA en Instituto Nacional del Agua). Una curva IDF o de Intensidad-Duración-Frecuencia es una relación matemática, generalmente empírica, entre la intensidad de una precipitación, su duración y la frecuencia con la que se observa. La probabilidad de ocurrencia de las precipitaciones intensas puede caracterizarse mediante períodos de retorno, obtenidos a partir de la inversa de la frecuencia acumulada.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



Los datos que a continuación se proporcionan corresponden a lluvias de 30 minutos duración, para recurrencias de 5, 10, 25 y 100 años; ya que, dicho tiempo es prácticamente igual al tiempo de concentración de la cuenca interna, obtenido anteriormente.

En la siguiente Tabla N° X-9 se reflejan los datos de las curvas IDF:

Tabla N° X-9. Datos de curvas IDF

Intensidad [mm/h]	
Recurrencia [años]	Duración [min]
	30
5	70,3
10	81,6
25	95,8
100	116,3

Luego, para determinar los hietogramas correspondientes a la lluvia de diseño se utilizó la distribución porcentual de la lluvia a partir de sextiles, con el pico en el segundo sextil. Se hizo esto debido a que se conoce el volumen de precipitación, pero no su distribución ya que su intensidad no es constante en toda la duración de la lluvia. Ver Tabla N° X-10. Esta distribución fue propuesta por Gabriel Caamaño Nelli y Clarita M. Dasso; característica propia de las lluvias de la zona.

Tabla N° X-10. Distribución por sextiles

Porcentajes de laminas	
Sextil	%
1	12
2	49
3	23
4	9
5	4
6	3

Los hietogramas a formar van a ser 4, uno por cada recurrencia. Los mismos se forman multiplicando la intensidad de la lluvia según cada recurrencia por la

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 107 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



duración de la lluvia, y a este resultado se lo multiplica por el porcentaje correspondiente a cada sextil del hietograma. Obteniendo como resultado los 4 hietogramas distribuidos en sextiles. Los resultados obtenidos se pueden observar en las siguientes tablas, Tabla N° X-11, Tabla N° X-12, Tabla N° X-13, Tabla N° X-14 y en Figura N° X-10, Figura N° X-11, Figura N° X-12, Figura N° X-13.

Tabla N° X-11. Lluvias de diseño para 5 años

P 0,5 horas TR = 5 años	
Tiempo [min]	P [mm]
5	4,22
10	17,22
15	8,08
20	3,16
25	1,41
30	1,05

Tabla N° X-12. Lluvia de diseño para 10 años

P 0,5 horas TR = 10 años	
Tiempo [min]	P [mm]
5	4,90
10	19,99
15	9,38
20	3,67
25	1,63
30	1,22

Tabla N° X-13. Lluvia de diseño para 25 años

P 0,5 horas TR = 25 años	
Tiempo [min]	P [mm]
5	5,75
10	23,47
15	11,02
20	4,31
25	1,92
30	1,44

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
		Página 108 de 237	
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla N° X-14. Lluvia de diseño para 100 años

P 0,5 horas TR = 100 años	
Tiempo [min]	P [mm]
5	6,978
10	28,4935
15	13,3745
20	5,2335
25	2,326
30	1,7445

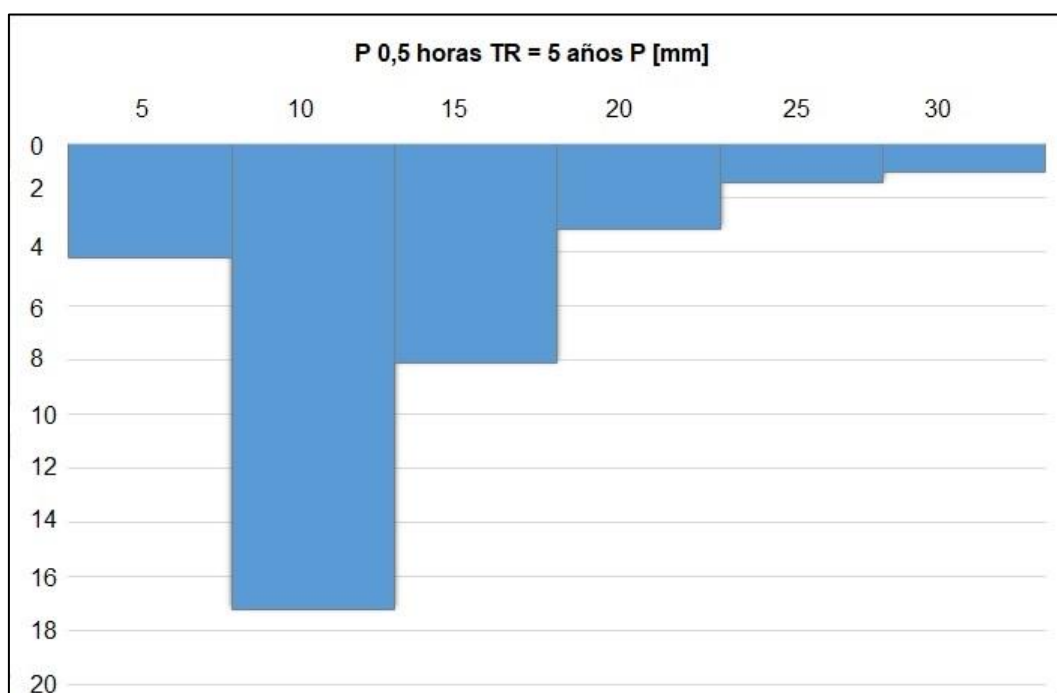
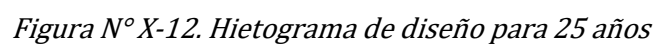
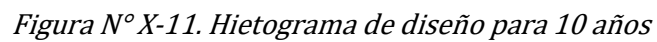


Figura N° X-10. Hietograma de diseño para 5 años

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p align="center">Página 110 de 237</p>			

DOCUMENTO CONTROLADO

CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA

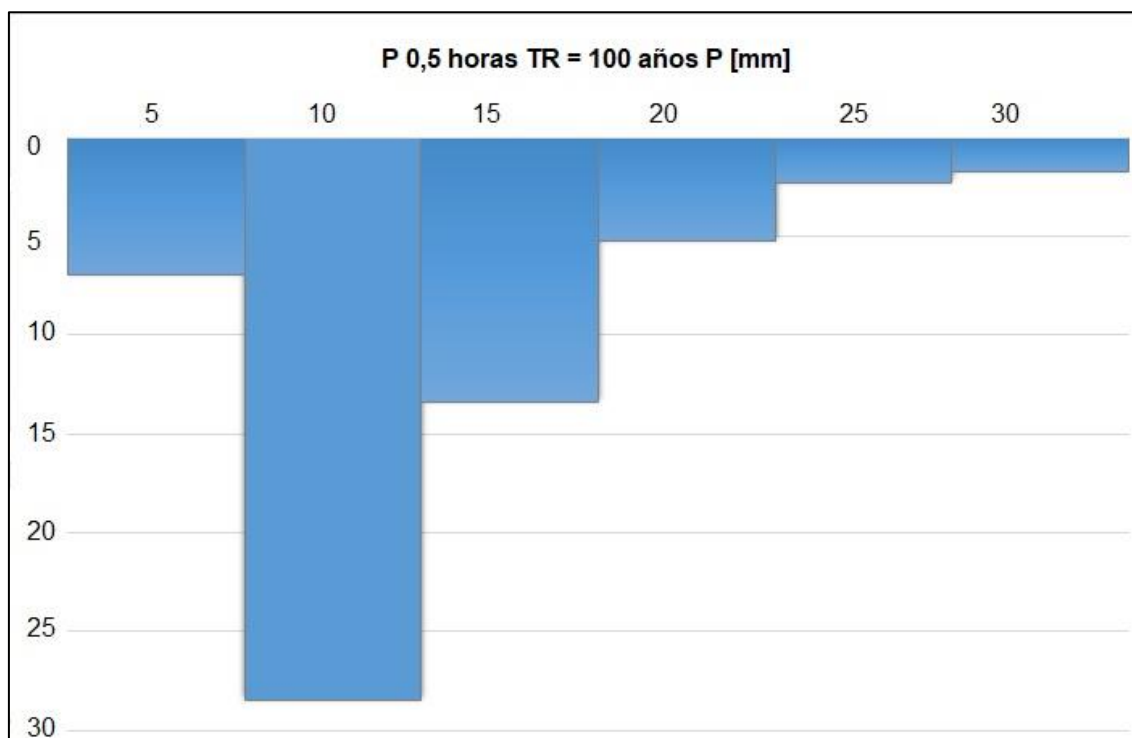


Figura N° X-13. Hietograma de diseño para 100 años

X. D.- MODELACIÓN HIDROLÓGICA DE CUENCAS

X. D. 1.- MODELO COMPUTACIONAL UTILIZADO

Para llevar a cabo la modelización hidrológica se utilizó el Software HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System), del centro de ingeniería hidrológica del ejército de ingenieros de los Estados Unidos. El programa se desarrolló a partir de 1992 como un reemplazo para HEC-1, que durante mucho tiempo se ha considerado un estándar para la simulación hidrológica.

Este es un programa de simulación hidrológica tipo evento, lineal y semi-distribuido, desarrollado para estimar los hidrogramas de salida en una cuenca o varias subcuencas (caudales máximos y tiempos al pico) a partir de condiciones extremas de lluvias, aplicando para ello algunos de los métodos de cálculo de

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



hietogramas de diseño, pérdidas por infiltración, flujo base y conversión en escurrimiento directo.

Pasos a seguir en la modelación con HEC-HMS

Para desarrollar un modelo hidráulico de una cuenca, cauce, río o canal, se deben realizar los siguientes pasos:

- Crear un nuevo proyecto.
- Crear un modelo hidrológico.
- Introducir los datos geométricos.
- Introducir datos hidráulicos.
- Correr el modelo.
- Ver resultados.

El software trabaja con tres módulos básicos que definen el proyecto de simulación de la cuenca, a continuación, se realizar una breve descripción de los diferentes módulos y se sintetiza con la siguiente Figura N° X-14.

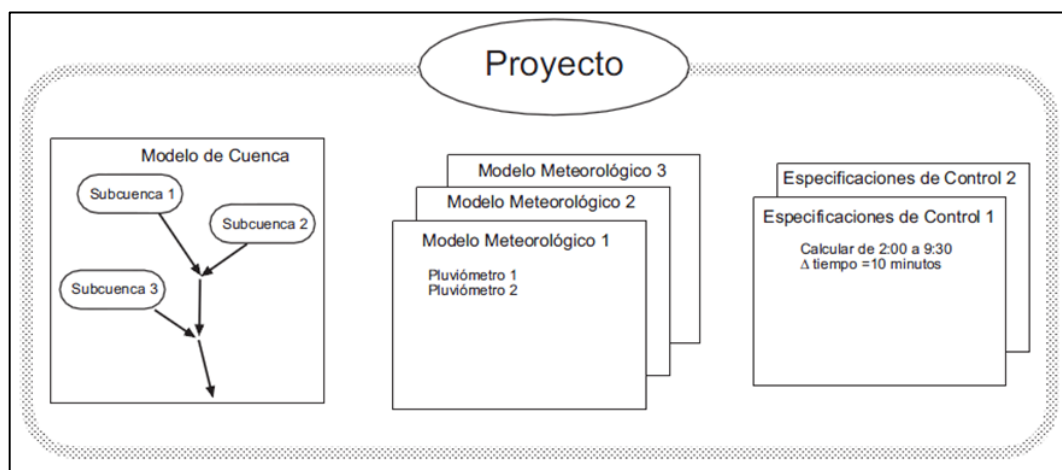


Figura N° X-14. Componentes del HEC-HMS

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
PÁGINA 112 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



- Módulo de precipitación: (Meteorological Model) permite seleccionar el patrón de precipitación (hietograma) del evento tormenta que más se ajuste a las posibles condiciones de la cuenca, incluyendo la introducción manual de los datos de lluvia de diseño.
- Módulo de la cuenca: (Basin Model) permite la representación del sistema físico con los elementos antes citados, y la inclusión de las características morfo métricas y de condición del suelo para cada uno de ellos.
- Módulo de control: (Control Model) incluye las fechas de inicio y culminación de los datos de lluvia y caudal para la simulación, y los intervalos de tiempo para realizar los cálculos.

Por último, en esta breve descripción del software, es importante destacar la interfaz gráfica que presenta, donde permite introducir la información necesaria para una simulación, manejar los componentes de análisis hidrológico a través de módulos integrados, y obtener respuestas gráficas o tabuladas de fácil comprensión e impresión.

Para definir las cuencas el programa considera 6 componentes, con los cuales se puede elaborar una cuenca tan compleja como se requiera. Estos 6 componentes son:

- Subcuencas
- Tramos de tránsito
- Uniones
- Embalses
- Fuentes
- Sumideros
- Derivaciones

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



X. D. 2.- MODELACIÓN, CUENCA INTERNA, ESTADO ACTUAL

El primer paso fue cargar las lluvias de diseño en el programa. Luego crear y cargar todos los datos previamente obtenidos de las dos cuencas originales.

A continuación, en las Figura N° X-15, Figura N° X-16, Figura N° X-17, se presenta el modelado con los resultados arrojados por el programa, para un tiempo de recurrencia de veinticinco (25) años, ya que este es el tiempo de recurrencia que se solicita para la verificación de la escorrentía superficial.

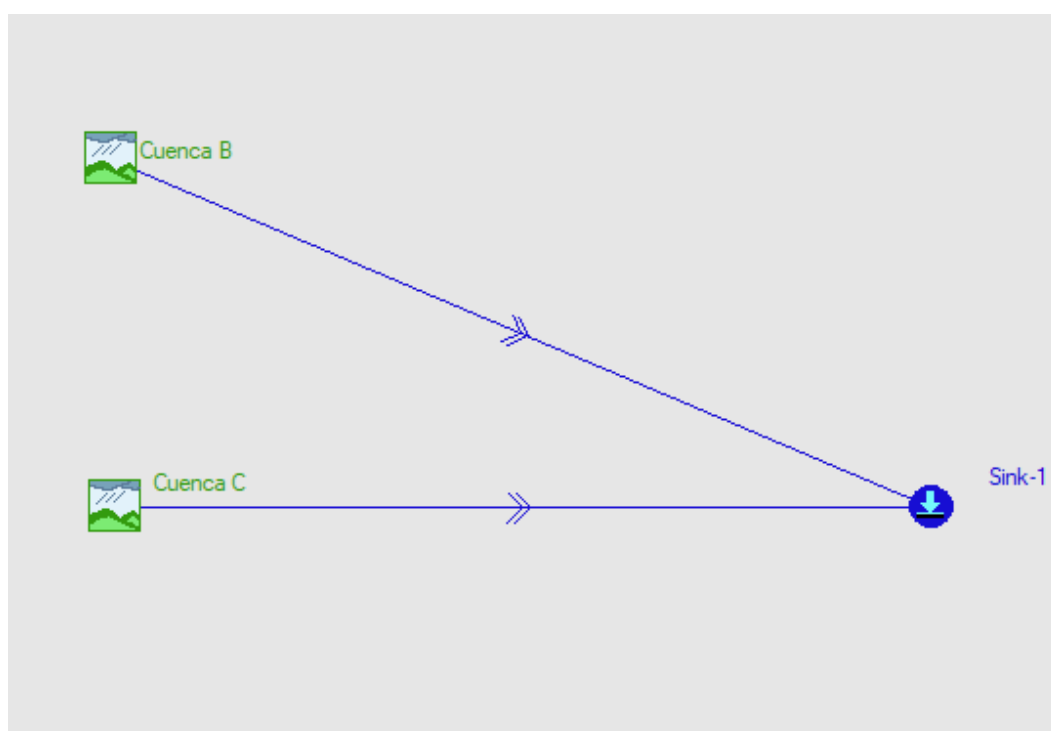


Figura N° X-15. Modelación cuencas internas antes de urbanizar

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



HMS * Summary of Results for Sink Sink-1

Project : Proyecto HMS Run Name : Pre urb 30min 25a Sink : Sink-1

Start of Run : 01Jan18 0000 Basin Model : Loteo pre Urb
End of Run : 02Jan18 0000 Met. Model : Pre Urb 30min 25a
Execution Time : 22Jan19 1137 Control Specs : Calculo

Volume Units : ☒ Millimeters ☐ Thousand Cubic Meters

Computed Results

Peak Inflow : 0.28899 (cms) Date/Time of Peak Inflow : 01 Jan 18 0100
Peak Stage : Total Inflow : 5.6 (mm)

Print Close

Figura N° X-16. Resultado cuencas internas antes de urbanizar

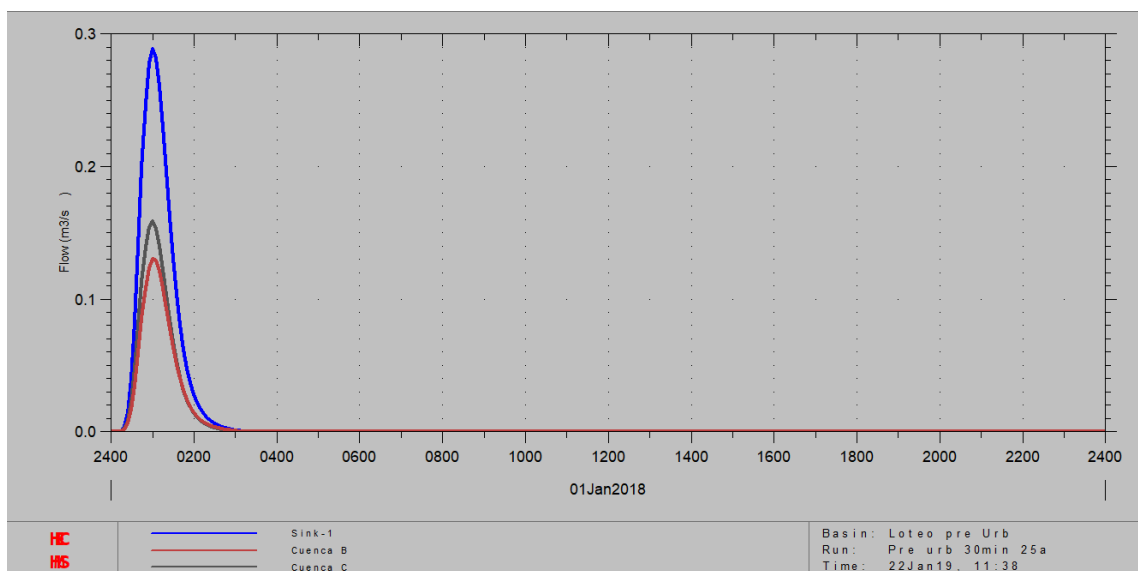


Figura N° X-17. Resultado gráfico, cuencas internas antes de urbanizar

En la siguiente Tabla N° X-15, se presenta los caudales de salida antes de la urbanización para todos los distintos tiempos de recurrencia con el objetivo de tener la información más clara para su interpretación.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 115 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla N° X-15. Resumen de caudales de salida antes de la urbanización

Tiempo de Recurrencia	Caudal [m3/s]
5 años	0,090945
10 años	0,16579
25 años	0,28899
100 años	0,50830

X. D. 3.- MODELACIÓN, CUENCA INTERNA, ESTADO FUTURO

De manera similar al estado actual, se procedió a calcular el estado futuro; modelando y cargando las cuencas con sus características en el software.

Debido a que los cauces de las subcuencas son las calles del loteo, se debió cargar las secciones de las mismas. El procedimiento para cargar las secciones de las calles es a partir del Muskingum de ocho puntos, esto es seleccionando ocho puntos del perfil de la calle y definir la cota y progresiva de dicho punto.

Se identificaron dos tipos de secciones de calles, en las siguientes figuras, Figura N° X-18, Figura N° X-19, Figura N° X-20, Figura N° X-21; se aprecian las secciones tipo y los valores cargados en el programa.

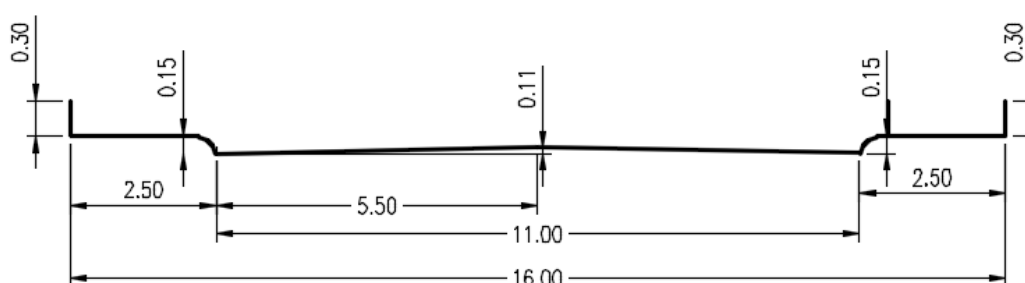


Figura N° X-18. Perfil calzada 16 m

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



HMS * Basin Model * Routing Reach

Reach Name : Calle N 27 B-C

Description :

Routing Method : Muskingum Cunge 8 Point

Reach Length (m) : 116

Energy Slope (m/m) : 0.003

Manning's N Values

Left Overbank	Channel	Right Overbank
0.035	0.024	0.035

Cross Section Coordinates

	Station (m)	Elevation (m)
1	0	0.17
2	2.49	0.1625
3	2.50	0.0125
4	7.99	0.1225
5	8.01	0.1225
6	13.49	0.0125
7	13.50	0.1625
8	16	0.17

OK Apply Cancel

Figura N° X-19. Valores cargados en el programa para perfil calzada 16 m

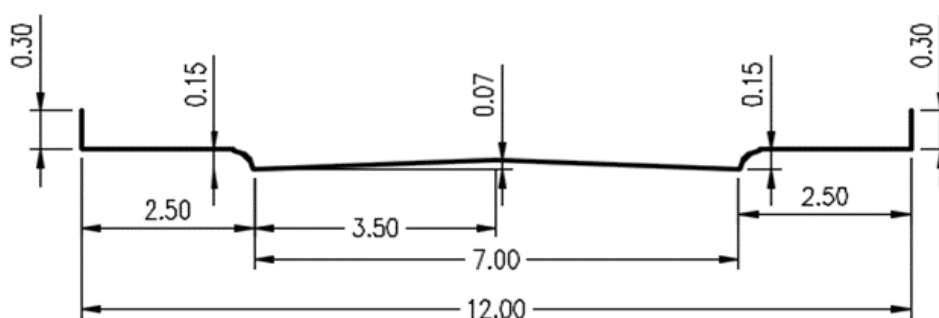


Figura N° X-20. Perfil calzada 12 m

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



HMS * Basin Model * Routing Reach

Reach Name : Calle N 30 1-2

Description :

Routing Method : Muskingum Cunge 8 Point

Reach Length (m) : 77

Energy Slope (m/m) : 0.003

Manning's N Values

Left Overbank	Channel	Right Overbank
0.035	0.024	0.035

Cross Section Coordinates

	Station (m)	Elevation (m)
1	0	0.17
2	2.49	0.1625
3	2.50	0.0125
4	5.99	0.0825
5	6.01	0.0825
6	8.49	0.0125
7	8.50	0.1625
8	12	0.17

OK Apply Cancel

Figura N° X-21. Valores cargados en el programa para perfil calzada 12 m

Los valores conseguidos por el software luego de cargar los datos y correr el mismo, fueron los siguientes. Ver Figura N° X-22, Figura N° X-23 y Figura N° X-24.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

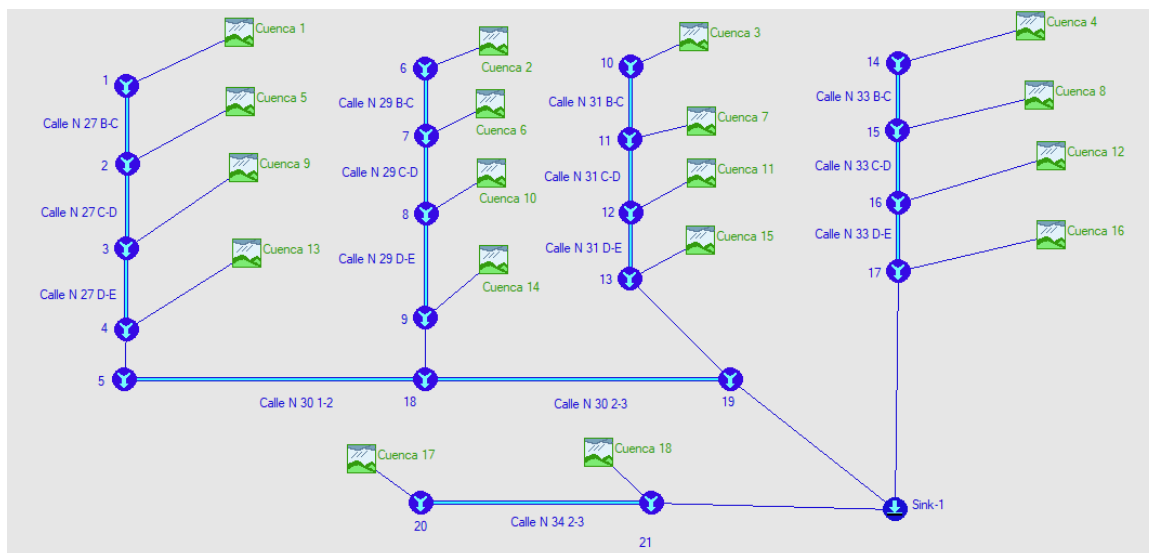


Figura N° X-22. Modelación cuencas internas después de la urbanización

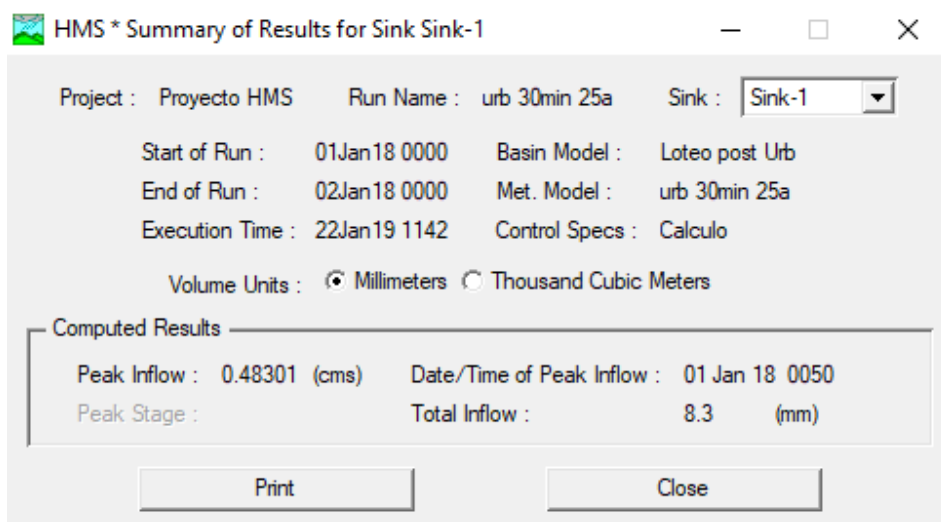


Figura N° X-23. Resultados, cuencas internas después de la urbanización.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

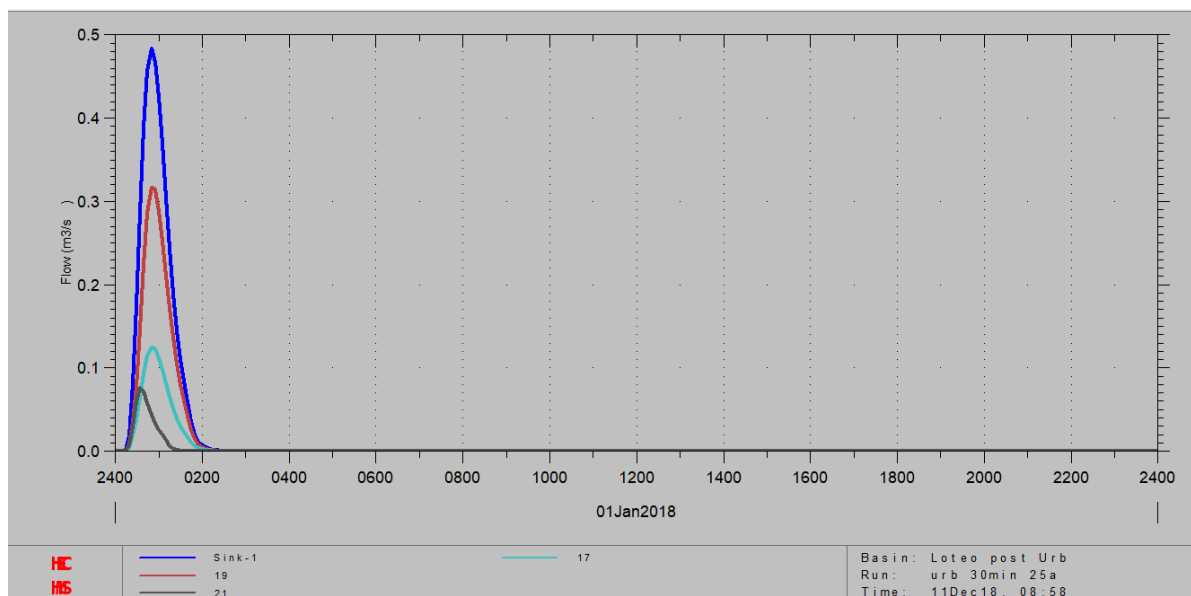


Figura N° X-24. Resultados gráficos, cuencas internas después de urbanización

La Tabla N° X-16, muestra los caudales de salida para los diferentes tiempos de recurrencia.

Tabla N° X-16 Resumen de caudales de salida después de la urbanización

Tiempo de Recurrencia	Caudal [m ³ /s]
5 años	0,17170
10 años	0,29115
25 años	0,48301
100 años	0,80986

X. E.- ANÁLISIS, OBRA DE ATENUACIÓN PROPUESTA

Una vez que se construya el loteo en el terreno, este se verá altamente afectado desde el punto de vista hidrológico, ya que, el agua de lluvia escurre superficialmente mucho más rápido y la capacidad de infiltración disminuye

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



notablemente. Teniendo en cuenta esto, y a la normativa que exige: “que el agua de escurrimiento superficial que sale por la cuenca, debe ser la misma antes y después de la urbanización del sector, para un tiempo de retorno de 25 años”; se realizó una obra de atenuación. Se dio respuesta proponiendo una laguna de retención. El principal objetivo de la misma es amortiguar el pico de salida del hidrograma.

La laguna se encuentra ubicada al sureste del loteo, tal como se puede observar en el Plano N° 003; presenta una forma rectangular de 76 metros por 92 metros, materializada con un fondo de pasto con mantenimiento y una pendiente del 5 por mil, que permitirá el escurrimiento.

En el anexo se adjunta el Plano N° 012 con el objetivo de mostrar el escurrimiento superficial del agua de lluvia una vez que la urbanización se concrete. Es importante detallar que el agua pluvial que ingresa a la laguna se da por tres sectores, dos en la parte norte y uno en la parte sur, representadas en el Plano N° 013.

Para modelar la laguna, se calculó el almacenamiento y el caudal de salida según su tirante. Con la particularidad que el cálculo del caudal de salida varía según el tirante y que la misma trabaja como un vertedero con tres secciones diferentes. Se presenta a continuación los cálculos realizados, y se anexan los planos, Plano N° 014, N° 015 y N° 016, con toda la información necesaria para la correcta ejecución de la laguna. A modo representativo en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se puede ver el vertedero materializado con Hormigón Armado.

Por último, en la Tabla N° X-17 se presentan los valores (tirante, volumen, caudal) cargados en el programa HMS. En el anexo Tabla N° XVIII-1 se pueden ver los cálculos realizados para confeccionar la tabla anteriormente descripta.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

Tabla N° X-17. Valores cargados en el HEC-HMS

Y Tirante [m]	Volumen [1000 m ³]	Q total [m ³ /s]
154,15	0,000	0,000
154,20	0,001	0,043
154,25	0,007	0,069
154,30	0,032	0,090
154,35	0,085	0,109
154,40	0,177	0,214
154,45	0,318	0,281
154,50	0,519	0,340
154,55	0,791	0,393
154,60	1,130	0,637
154,65	1,488	0,799
154,70	1,807	0,939
154,75	2,056	1,068

Durante el dimensionamiento de la laguna se fue iterando tanto las dimensiones y pendientes de la misma, como también, la forma y dimensiones del vertedero de salida; consiguiendo así disminuir el caudal de salida y al mismo tiempo no sobredimensionarla.

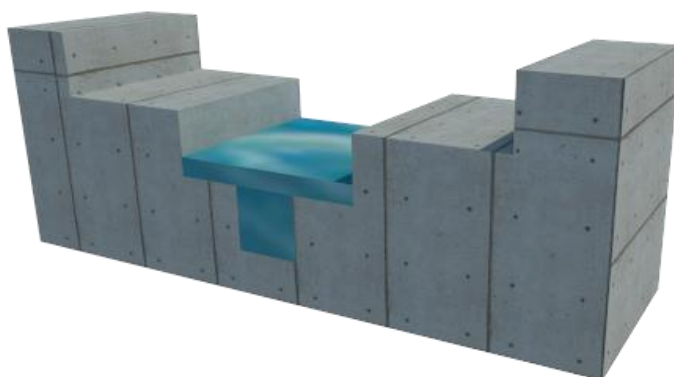


Figura N° X-25. Vertedero

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>Página 122 de 237</p> <p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



Para el cálculo de los caudales fue necesario recurrir a las siguientes formulas.

Caudal vertedero:

$$Q = C * L * H^{2/3} \quad \text{Ecuación X-5}$$

Dónde:

- C es el coeficiente de vertedero. Se usó 1,60.
- L es la longitud del vertedero, en [m].

Como se tienen tres secciones de vertedero, tenemos:

- L1=0,2
- L2=0,4
- L3=0,9
- H es la distancia entre el pelo de agua y el vertedero, en [m].

Una vez finalizado todos los cálculos, cargados los valores al programa y hecho correr el mismo; el resultado es una disminución del pico de salida tal como se puede ver en las Figura N° X-26, Figura N° X-27 y Figura N° X-28.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 123 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

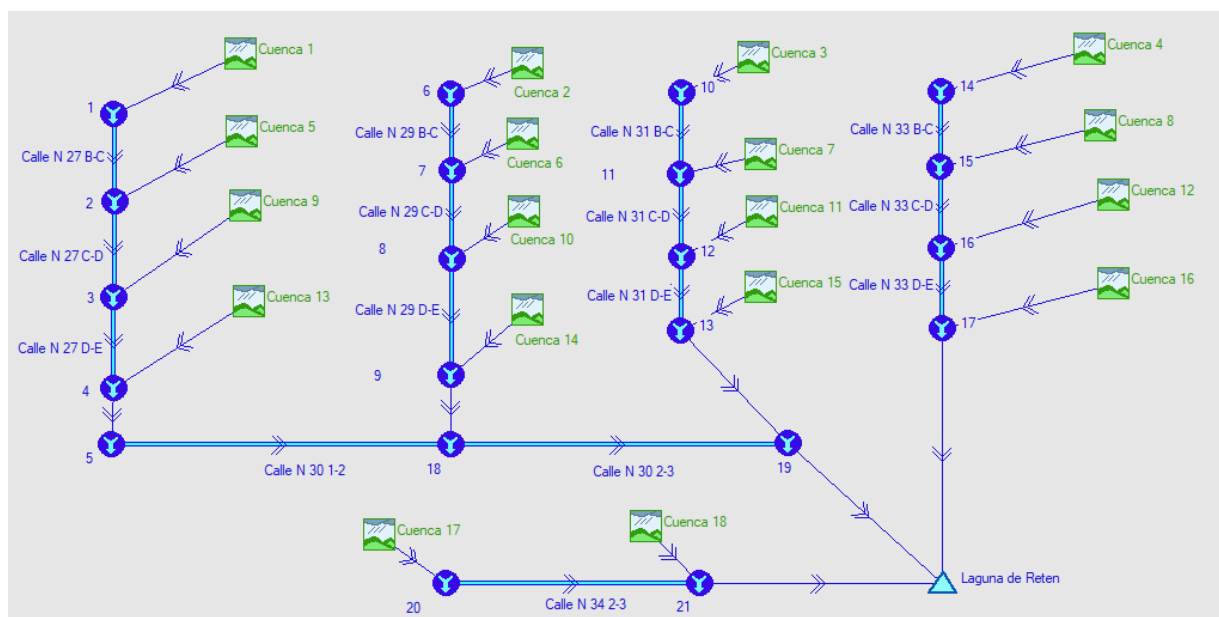


Figura N° X-26. Modelación cuenca interna regulada

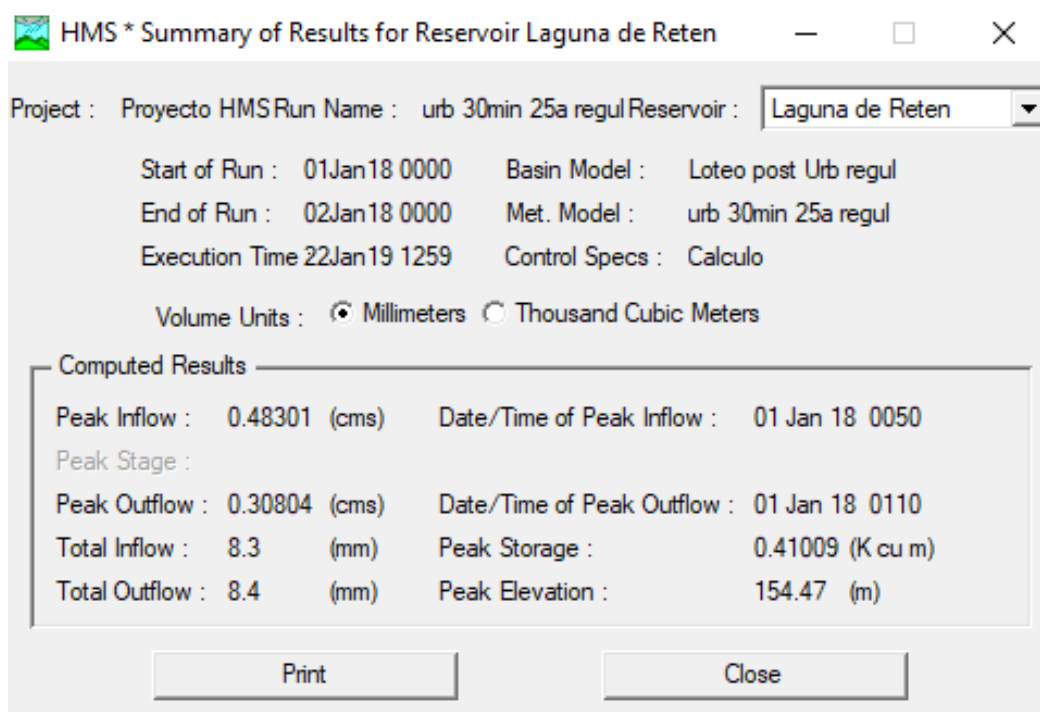


Figura N° X-27. Resultados obtenidos de cuenca regulada

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

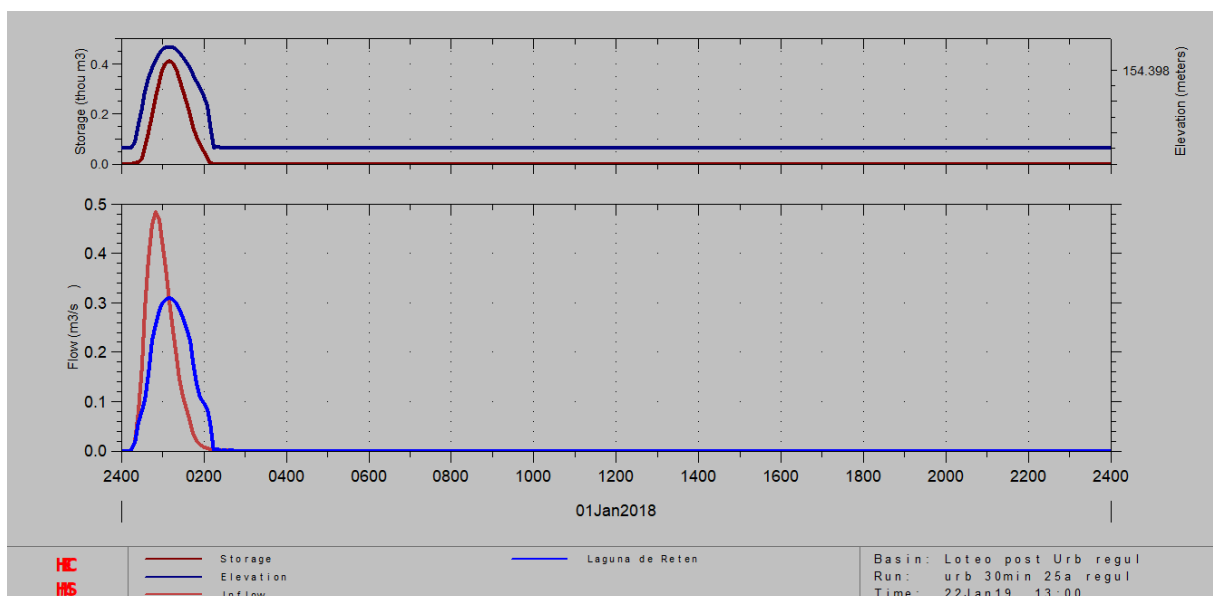


Figura N° X-28. Resultados gráficos de cuenca regulada

X. E. 1.- COMPARACIÓN DE LOS TRES ESCENARIOS

Como se explicó detalladamente en los párrafos anteriores para realizar el análisis hidrológico del escurrimiento del agua superficial se estudiaron los tres escenarios que tiene el proyecto en las diferentes etapas. Con el enfoque puesto en el tiempo de recurrencia de 25 años.

Presentación de los tres escenarios:

- Escenario actual: correspondiente al estado del terreno antes del loteo
- Escenario futuro: correspondiente al estado del terreno luego del loteo
- Escenario futuro regulado: correspondiente al estado del terreno luego del loteo y con la presencia de la laguna de retención.

En la siguiente Tabla N° X-18, se presentan los tres caudales de salida para las diferentes etapas.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 125 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla N° X-18. Caudales de salida

CAUDALES DE SALIDA EN LAS DIFERENTES ETAPAS PARA UN TIEMPO DE RECURRENCIA DE 25 AÑOS	
Escenario actual	0,28899 [m3/s]
Escenario futuro	0,48301 [m3/s]
Escenario futuro regulado	0,30804 [m3/s]

A partir de la obra de atenuación propuesta el caudal baja considerablemente hasta conseguir casi el mismo valor del caudal original antes de la urbanización. Concluyendo a que luego de la construcción de las lagunas de retención, el impacto que genera el loteo con respecto al escurrimiento superficial del agua de lluvia es prácticamente nulo.

X. F.- VERIFICACIÓN HIDRÁULICA DE CALLES DEL LOTEO

Una de las verificaciones fundamentales que deben hacerse es la verificación hidráulica de las calles.

Según la norma hay varios criterios que se tiene que cumplir; estos son los siguientes:

- Para un Tiempo de Recurrencia (TR) de 5 años, el tirante en la calle no debe llegar a más de 15 cm del fondo de la cuneta, es decir, no debe sobrepasar el cordón, para permitir una correcta circulación de vehículos.
- Para un Tiempo de Recurrencia (TR) de 100 años, el tirante en la calle no debe llegar a más de 45 cm del fondo de la cuneta, es decir, no debe superar el umbral de las viviendas.
- La velocidad del agua no debe superar los 2 m/s; para que no arrastre a las personas que puedan pisar en zonas por donde escurre el agua a esa velocidad.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Las secciones de calles a verificar son las de 16 metros y las de 12 metros. En Tabla N° X-19, se presentan los datos de ambas secciones de calle para la verificación hidráulica.

Tabla N° X-19. Datos de las secciones de calles

	Perfil de calle Tipo 1 "16 metros"	Perfil de calle Tipo 2 "12 metros"
Ancho de L.M. a L.M. [m]	16,00	12,00
Ancho de vereda [m]	2,50	2,50
Ancho de calle [m]	11,00	7,00
Pendiente de calle [%]	2,00	2,00
Pendiente de calle []	0,02	0,02
H centro de calle [m]	0,11	0,07
H cuneta a cordón [m]	0,15	0,15
H cordón a umbral [m]	0,30	0,30
Pendiente de vereda [%]	0,30	0,30
Pendiente de vereda []	0,00	0,00
n de Manning	0,02	0,02
Pendiente longitudinal de calle []	0,00	0,00
Pendiente longitudinal de calle [%]	0,30	0,30

Para la verificación se utilizó la fórmula de Manning, con la cual se calculó el caudal y velocidad correspondiente a cada calle de acuerdo a las dos secciones tipo; para cada valor de tirante, desde 0 a 45 cm. Luego se compararon los valores de caudales que se obtuvieron por la fórmula de Manning y los que se obtuvieron por la modelización en HEC-HMS para cada calle y se comprobó que las verificaciones cumplan lo que se especifica la norma, los tirantes y la velocidad.

- Fórmulas de Manning:

1. Caudal:

$$Q = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * A$$

Ecuación X-6

2. Velocidad:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}}$$

Ecuación X-7

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Donde:

- R: Radio hidráulico = $R = \frac{A}{P}$
- A: Área de la sección del flujo de agua
- P: Perímetro mojado
- S: La pendiente de la línea de agua en m/m
- n: Número de Manning.

En la Tabla N° X-20, realizada en Excel, se pueden ver los valores obtenidos.

Tabla N° X-20. Verificación de calles

	Y TR 5 [cm]	Q TR 5 [m3/s]	V TR 5 [m/s]	Y TR 100 [cm]	Q TR 100 [m3/s]	V TR 100 [m/s]
Cauce Calle 27 A-B	4	0,01	0,17	7	0,06	0,24
Cauce Calle 27 B-C	5	0,02	0,19	9	0,11	0,28
Cauce Calle 27 C-D	6	0,04	0,22	10	0,13	0,29
Cauce Calle 27 D-E	6	0,04	0,22	11	0,16	0,30
Cauce Calle 29 A-B	4	0,02	0,30	6	0,07	0,40
Cauce Calle 29 B-C	6	0,39	0,22	10	0,13	0,29
Cauce Calle 29 C-D	6	0,39	0,22	12	0,22	0,34
Cauce Calle 29 D-E	7	0,06	0,24	12	0,22	0,34
Cauce Calle 31 A-B	4	0,02	0,30	6	0,07	0,40
Cauce Calle 31 B-C	6	0,04	0,22	10	0,13	0,29
Cauce Calle 31 C-D	6	0,39	0,22	12	0,22	0,34
Cauce Calle 31 D-E	7	0,06	0,24	12	0,22	0,34
Cauce Calle 33 A-B	4	0,02	0,30	7	0,11	0,44
Cauce Calle 33 B-C	6	0,04	0,22	10	0,13	0,29
Cauce Calle 33 C-D	6	0,04	0,22	12	0,22	0,34
Cauce Calle 33 D-E	7	0,06	0,24	12	0,22	0,34
Cauce Calle 30 1-2	8	0,09	0,28	14	0,36	0,49
Cauce Calle 30 2-3	9	0,13	0,32	18	0,54	0,47
Cauce Calle 34 1-2	5	0,02	0,19	8	0,09	0,28
Cauce Calle 34 2-3	6	0,04	0,22	9	0,13	0,32

Como conclusión y a partir de lo que se puede ver en las tablas, las calles cumplen con todos los criterios necesarios explicados anteriormente. En el anexo, Tabla N° XVIII-2, se pueden ver todas las tablas usadas para los cálculos.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



XI. SISTEMA DE RED DE AGUA POTABLE

XI. A.- INTRODUCCIÓN

La red de agua potable es un sistema que permiten llevar hasta la vivienda de los habitantes de una ciudad, pueblo o área rural, el agua potable. Cuenta con un conjunto de tuberías que se desarrollan enterradas, con la particularidad de no alterar la calidad del agua ni sus propiedades físicas, químicas y biológicas.

A modo introductorio a partir de la investigación ejecutada se conoce que el municipio provee al 100% de la población el servicio de agua potable, bacteriológica y químicamente apta para el consumo humano. La red construida por el municipio se llevó a cabo en el año 2011; en su mayoría con caños diámetro 63 mm con electro fusión y medidores en todos los hogares. La localidad cuenta con servicio de agua potable con algo menos de 300 conexiones.

En el caso del loteo realizado se cuenta con el mismo suministro de agua que el pueblo, con una presión en el punto de conexión de 2,5 (kg/cm²). Dicha conexión se encuentra materializada al norte del terreno, tal como se puede ver en el Plano N°017, punto de conexión.

Una red de distribución de agua dentro de un barrio puede ser abierta o cerrada. La red abierta cuenta con una tubería principal (de diámetro mayor al resto) desde la cual parten ramales de menor diámetro que terminan en puntos ciegos. Como principal desventaja ante una rotura o falla deja sin servicio a los usuarios que se encuentren aguas debajo de la rotura o falla. Mientras que la red cerrada se forma por una malla de tuberías interconectadas entre sí. Estas son más eficientes y dan más garantía al servicio ya que mediante una posible rotura o falla la cantidad de usuarios afectados son muchos menos que la otra alternativa. Se adjuntan las Figura N° XI-1 y Figura N° XI-2, donde se ven representados ambos tipos de redes.

Por lo desarrollado anteriormente se opta por la utilización de una red de distribución cerrada.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 130 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

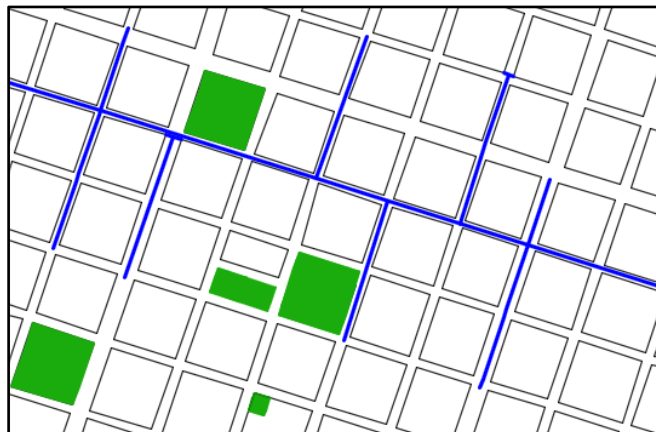


Figura N° XI-1. Red abierta

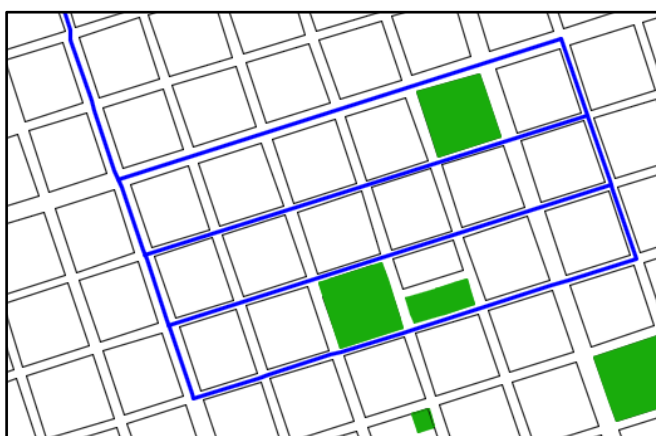


Figura N° XI-2. Red cerrada

XI. B.- PARÁMETROS DE DISEÑO

Para llevar a cabo el sistema de agua potable se deben tener en cuenta ciertos parámetros de diseño, para que el sistema funcione correctamente, es decir que no solo se debe cumplir el objetivo principal de llevar agua desde la fuente de suministro a los diferentes puntos de consumo sino también se deben cumplir ciertos aspectos especificados en las normas ENOHSA como presión en los nodos, perdidas, velocidades (detallados en el marco teórico) e intentar obtener la mayor economía en la instalación y materiales garantizando como se dijo, la conservación del agua en correcto estado para su consumo.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



XI. B. 1.- POBLACIÓN

Para determinar la población total a servir, se debe tener en cuenta las características de la misma. Una de las características es la estimación de la cantidad de personas que se emplazarán en cada lote. Se prevén viviendas unifamiliares y se toma un valor de 4 personas por lote (valor promedio de familia tipo de acuerdo a las características de la zona).

Como el loteo cuenta con un total de 141 lotes, realizando el producto entre la cantidad de personas por lotes y el total de lotes, se computa un total de 564 habitantes a servir. Ver Tabla N° XI-1.

Tabla N° XI-1. Población a servir

N° de lotes	141
Habitantes por lote	4
Habitantes totales	564

XI. B. 2.- DEMANDA - DOTACIÓN

La dotación es el consumo diario de agua, que sirve para calcular los caudales de diseño y demás parámetros. De acuerdo a lo establecido por una investigación acerca del consumo de agua potable por persona en la provincia de Córdoba se estableció que el mismo es igual a 250 litros, valor avalado por Aguas Cordobesas y es el mismo que sugieren las normas ENOHSA para las conexiones en la región de proyecto.

XI. B. 3.- TRAZADO DE LA RED

Se comenzó por ejecutar el trazado de la red, haciendo uso del software AutoCAD, y con los conocimientos previos. El trazado de la red se puede ver en el anexo Plano N° 018.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



XI. B. 3. a.- Unión por medio de termofusión

La cañería que se ha elegido para materializar la red, son caños de Polietileno de Alta Densidad (PEAD) – Clase 10.

Existen varios métodos para efectuar la unión de este tipo de cañería. Para nuestro proyecto, se ha optado por soldadura por termofusión. Este proceso, consiste en proporcionar calor (260°C aproximadamente) a las superficies de las piezas que se desea unir por medio de un calentador un tiempo determinado, seguido de retirar este artefacto y unir las partes ejerciendo una presión constante. Esta unión genera una fusión perfecta entre los extremos, logrando un muy buen comportamiento en los sectores donde se realiza el empalme.

A su vez, del método “soldadura por termofusión”, hay distintos tipos. La escogida para nuestro proyecto, es la de termofusión a tope.

Este sistema de unión tiene ciertas características que consideramos apropiado detallarlas, para justificar la elección de este método por sobre otras posibilidades:

- Simple y rápido, ahorrando tiempo y costos de mano de obra.
- Unión permanente y eficaz.
- Económica.
- Ausencia de corrosión, ya que resiste cualquier tipo de dureza del agua y soporta sustancias químicas con cualquier valor de PH.
- Resistencia al desgaste: permite obtener altas velocidades de agua sin problema de erosión.
- Duración en el tiempo: vida útil mayor a 50 años, en función de la temperatura y la presión del agua.
- Instalaciones menos ruidosas y más rápidas: gran elasticidad y fono absorción que evitan la propagación del ruido y de las vibraciones a causa del agua. A su vez, al ser un material liviano, posibilita realizar las instalaciones entre un 30% y un 50% menos de tiempo, en comparación con otros productos tradicionales.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



- Idóneo en zonas de peligro sísmico ya que, al ser materiales plásticos, no son rígidos en el interior de las estructuras.
- Dispersión térmica y condensación limitada: los materiales plásticos son malos conductores de calor y, por lo tanto, excelente aislante térmico.
- Resistentes a golpes.
- Fusión perfecta entre los extremos, aportando mayor seguridad en las uniones al conformarse una sola pieza.
- Absoluta a toxicidad.
- Alta resistencia a presión interna.

Para obtener mejores resultados a la hora de efectuar la soldadura, se deberán tener en cuenta ciertos factores que pueden influir en la calidad de la misma, como son: calor de fusión, presión de fusión adecuada, velocidad de fusión, presión de enfriamiento, temperatura adecuada del ambiente, uso de tiempos de calentamiento y enfriamiento adecuado, alineación correcta, evitar contacto con suciedades, entre otros.

A la hora de elegir la máquina que realice este trabajo, tras investigar y analizar las posibilidades, se optó por el modelo “Gamma 160” de la empresa Ritmo, cuyas características técnicas se detallan en la Figura N° XI-3 mostrada a continuación.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Rango de trabajo	40 ÷ 160 mm
Materiales	HDPE, PP, PVDF <small>Para otros materiales contactar RITMO S.P.A.</small>
Alimentación	110 V Monofásica 50/60 Hz 230 V Monofásica 50/60 Hz
Potencia total absorbida	2020 W (110 V) 1600 W (230 V)
Peso cuerpo alineador	25 Kg
Peso equipamiento estándar	85 Kg
Dimensión cuerpo alineador	610 x 300 x 470 mm

Figura N° XI-3. Especificaciones técnicas

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 134 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Consideramos necesario detallar que en la sección “Materiales”, en donde aclara los tipos de caños que permite unir, menciona HDPE, cuyas siglas en inglés significan High Density Polyethylene, siendo este el que hemos optado utilizar para materializar nuestra red, es decir, Polietileno de Alta Densidad (PEAD).

La empresa fabricante de estas máquinas soldadoras, ha desarrollado una app que se encuentra disponible para descargar en cualquier dispositivo Android o iOS, a través de la cual se calculan los parámetros de soldadura de manera sencilla, rápida y útil. A estos resultados se llega tras una sucesión de pasos guiados, como seleccionar la soldadora, configurar las características del tubo, seleccionar la norma que rige la soldadura, entre otros.

XI. B. 4.- CÁLCULO DE CONSUMOS

Para el desarrollo del siguiente apartado se debe tener en claro los conceptos detallados a continuación.

Caudal medio: El caudal medio o consumo medio diario (Q_{medio}) es la cantidad de agua que requiere una población en un día, que resulta de multiplicar la dotación diaria por la población a servir.

Caudal de Diseño: La red de agua potable debe estar diseñada para poder abastecer a la máxima demanda horaria en el día de mayor consumo. Para obtener ese valor máximo, se debe afectar el caudal medio por coeficientes definidos por el ENOHSA.

Se utilizó α_1 y α_2 a partir de la población servida de la Tabla N° XI-2 obtenida del ENOHSA adjunta a continuación.

Debido a que la población a servir está en el rango de 500 a 3000 habitantes, se utilizaron los siguientes coeficientes α_1 y α_2 .

$\alpha_1 = 1,40$ = es la relación entre el caudal medio del día de mayor consumo y el caudal medio anual.

$\alpha_2 = 1,90$ = relación entre el caudal máximo horario y el caudal medio del día de mayor consumo.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 135 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla N° XI-2. Coeficientes de mayoración

Población servida	α_1	α_2	α	β_1	β_2	β
500 h < P _s ≤ 3.000 h	1,40	1,90	2,66	0,60	0,50	0,30
3.000 h < P _s ≤ 15.000 h	1,40	1,70	2,38	0,70	0,50	0,35
15.000 h < P _s	1,30	1,50	1,95	0,70	0,60	0,42

Los cálculos necesarios para los conceptos definidos anteriormente se detallan a continuación.

Caudal medio:

$$Q_{md} = \text{dotacion} * \text{habitantes totales} \quad \text{Ecuación XI-1}$$

$$Q_{md} = 250 * 564 = 141000 \left(\frac{l}{dia} \right)$$

$$Q_{md} = \frac{141000}{86400} = 1,63 \left(\frac{l}{seg} \right)$$

Caudal máximo diario:

$$Q_{\max diario} = \alpha_1 * Q_{md} \quad \text{Ecuación XI-2}$$

$$Q_{\max diario} = 1,4 * 1,63 = 2,28 \left(\frac{l}{seg} \right)$$

Caudal máximo horario:

$$Q_{\max horario} = \alpha_2 * Q_{\max diario} \quad \text{Ecuación XI-3}$$

$$Q_{\max horario} = 1,9 * 2,28 = 4,33 \left(\frac{l}{seg} \right)$$

Entonces, tenemos que la red se diseñara para soportar un caudal pico de 4,33 litros/segundo.

Caudal máximo horario: $4,33 \left(\frac{l}{seg} \right)$

Por último, para determinar el caudal hectométrico, se debe dividir el caudal máximo horario por los metros totales de cañería necesarios. Para el loteo en cuestión se necesitó un total de 2784 metros de cañería para la red de agua. A continuación, queda expresado el valor de dicho caudal.

Caudal hectométrico: $\frac{4,33}{2784} = 0,0016 \frac{l}{s*m}$

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 136 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



En la Tabla N° XI-3, se presentan los caudales hectométricos que pasa por cada nudo de la red.

Tabla N° XI-3. Caudal hectométrico

Nodos	Caudales = Caudal hectométrico*longitud del tramo
J-3	$0,0016*112=0,1792$
J-2	$0,0016*112=0,1792$
J-1	$0,0016*188=0,3008$
J-20	$0,0016*112=0,1792$
J-23	$0,0016*116=0,1856$
J-9	$0,0016*116=0,1856$
J-10	$0,0016*116=0,1856$
J-24	$0,0016*116=0,1856$
J-18	$0,0016*116=0,1856$
J-13	$0,0016*116=0,1856$
J-12	$0,0016*116=0,1856$
J-19	$0,0016*116=0,1856$
J-25	$0,0016*112=0,1792$
J-8	$0,0016*112=0,1792$
J-11	$0,0016*112=0,1792$
J-22	$0,0016*112=0,1792$
J-16	$0,0016*32=0,0512$
J-14	0,000
J-15	$0,0016*60=0,096$
J-7	$0,0016*92=0,1472$
J-6	$0,0016*92=0,1472$
J-21	0,000
J-17	0,000
J-4	0,000

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



J-5	0,000
-----	-------

XI. C.- PRESENTACIÓN DEL MODELO EMPLEADO: WATERCAD

Para llevar a cabo el diseño de la red de distribución, se ha hecho uso de dos softwares llamados AutoCAD y WaterCAD. Ya contando con la traza y habiendo identificado las diferentes uniones entre los tramos que conforman la red, se procedió a utilizar el programa WaterCAD. Este software ha sido utilizado para efectuar el cálculo, dimensionamiento y verificación de la red a presión. El software presenta ciertas ventajas en comparación con otros programas que pueden utilizarse para ejecutar las mismas tareas: no presenta demasiada complejidad en su operación, permite exportar e importar archivos de otros programas, entre otras. Mediante la posibilidad de hacer uso de un modelo creado por otra aplicación, se ha importado desde AutoCAD la red de distribución para realizar la simulación de operación hidráulica de la misma, siendo necesario que se representen en ella las tuberías, nodos y reservorios a través de elementos característicos del programa. En cada intersección de los tramos de tubería, se debió colocar un nodo. Para llevar a cabo la simulación, fue necesario que se le asigne a cada uno de ellos una cierta cota de elevación en base a su altura en el terreno, para una mejor representación de la red del loteo en cuestión.

El software WaterCAD opera generando una sucesión de iteraciones que culminan en la determinación del caudal pasante por cada uno de los nodos de la red, a partir del ingreso de dato como el caudal que posibilita que el programa corra y a partir del cual éste comienza a calcular repetidamente la distribución del caudal en la red. Este caudal tentativo, se ha obtenido para cada nodo afectando el caudal hectométrico (caudal de diseño dividido la longitud total de la cañería) por la longitud acumulada del tramo al cual se le suministra agua. Una vez realizado esto, se ha corroborado que el modelo no presente errores, para luego hacer correr el programa y posteriormente verificar los resultados. Como resultado se obtiene la presión y el caudal que pasa por cada uno de los nodos, como así también, la dirección, el sentido y la velocidad del agua que circula por cada tubería que

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 138 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



conforma la red. Considerando este último parámetro, se prosiguió a realizar la verificación respecto de la velocidad máxima admisible impuesta por el ENOHSA, cuyo límite es de 3 m/s para caños de Polietileno de Alta Densidad (PEAD), Clase 10.

XI. D.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Al hacer uso del mencionado software, se ha podido establecer el funcionamiento de la red mediante la determinación de ciertos parámetros, tales como la presión en los nodos, el diámetro de cada tramo de tubería y la velocidad del flujo que circulará por las mismas.

Velocidades: para poder verificar la velocidad, se fueron cambiando los diámetros de los caños; ya que a medida que se disminuyen los diámetros de las cañerías aumentan las velocidades de cada tramo. Como se detalló anteriormente el ENOHSA establece que la velocidad del flujo dentro de los conductos debe ser menor a 3 m/s o 2 m/s según el proyecto. Otro aspecto que señala la normativa es la velocidad mínima a la cual debe circular el flujo por una red de agua, esta debe ser, en la medida de lo posible, mayor a 0,6 m/s. En caso que se esté utilizando el diámetro mínimo de cañería y así mismo la velocidad sea menor al valor mínimo, se deberá disminuir el diámetro del conducto.

Esta limitación de velocidad mínima, se hace a fines de evitar sedimentación en la cañería que a futuro pueda obstruir la circulación del agua que abastece la red, ocasionando un mal funcionamiento de la misma.

A fines de que resulte más simple, rápido y didáctico identificar aquellos tramos en los cuales se cumplen con los exigidos por las normas y en cuáles no. Se asignaron con diferentes colores distintos rangos de velocidades en los tramos. En la siguiente Tabla N° XI-4, se ven los colores asignados a los rangos de velocidades y en la Tabla N° XI-5, se pueden apreciar los resultados obtenidos.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 139 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla N° XI-4. Rango de velocidades

	Value <= (m/s)	Color
0	0.06	255; 0; 0
1	0.59	255; 255; 0
2	2.00	0; 255; 0
3	3.00	0; 255; 0
*		

Tabla N° XI-5. Características de los tramos

Tramo	Material	Diametro (mm)	Hazen-Williams C	Longitud (m)	Comienzo: Nodo N°	Fin: Nodo N°	Velocidad (m/s)
Calle N°22 - Tramo 2	PVC	63	150	76	J-1	J-2	0,439
Calle N°22 - Tramo 1	PVC	63	150	76	J-3	J-2	0,792
Calle N° 34 - Tramo 2	PVC	63	150	76	J-4	J-5	0,062
Calle N°31 - Tramo 5	PVC	63	150	92	J-5	J-6	0,062
Calle N°29 - Tramo 5	PVC	63	150	92	J-7	J-4	0,011
Calle N°29 - Tramo 4	PVC	63	150	112	J-8	J-7	0,070
Calle N°29 - Tramo 1	PVC	63	150	112	J-2	J-9	0,280
Calle N°31 - Tramo 1	PVC	63	150	112	J-10	J-1	0,143
Calle N°31 - Tramo 4	PVC	63	150	112	J-6	J-11	0,017
Calle N°31 - Tramo 3	PVC	63	150	116	J-11	J-12	0,089
Calle N°29 - Tramo 2	PVC	63	150	116	J-9	J-13	0,206
Calle N°29 - Tramo 3	PVC	63	150	116	J-13	J-8	0,142
Calle N°31 - Tramo 2	PVC	63	150	116	J-12	J-10	0,069
Calle N°32	PVC	63	150	30	J-14	J-15	0,089
Calle N°27 - Tramo 5	PVC	63	150	32	J-16	J-14	0,089
Calle N°34 - Tramo 1	PVC	63	150	46	J-17	J-4	0,051
Calle N°27 - Tramo 6	PVC	63	150	60	J-15	J-17	0,051
Av. N°26 - Tramo 1	PVC	63	150	76	J-18	J-13	0,202
Av. N°26 - Tramo 3	PVC	63	150	76	J-12	J-19	0,097
Av. N°26 - Tramo 2	PVC	63	150	76	J-13	J-12	0,192
Calle N°22 - Tramo 3	PVC	63	150	76	J-20	J-1	0,176
Calle N°30	PVC	63	150	76	J-6	J-21	0,020
Calle N°33 - Tramo 4	PVC	63	150	112	J-22	J-21	0,020
Calle N°27 - Tramo 1	PVC	63	150	112	J-3	J-23	0,533
Calle N°33 - Tramo 1	PVC	63	150	112	J-24	J-20	0,104
Calle N°27 - Tramo 4	PVC	63	150	112	J-25	J-16	0,110
Calle N°33 - Tramo 3	PVC	63	150	116	J-22	J-19	0,052
Calle N°27 - Tramo 3	PVC	63	150	116	J-18	J-25	0,181
Calle N°27 - Tramo 2	PVC	63	150	116	J-23	J-18	0,458
Calle N°33 - Tramo 2	PVC	63	150	116	J-24	J-19	0,029
P-1	PVC	63	150	13	R-1	J-3	1,396

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 140 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Presiones: Para el caso de los nodos es necesario verificar la presión en cada uno de ellos. Esto se debe efectuar a fines de garantizar que el agua logre ascender hasta el tanque de agua de cada una de las viviendas que formen parte del loteo en cuestión, pero a su vez, para comprobar que las presiones no resulten demasiado elevadas en ellas. Continuando con el uso de la normativa especificada en el ENOHSA, se debió constatar que la presión mínima supere un valor de 8 mH₂O, para que el agua ingrese de manera satisfactoria al tanque de agua de cada vivienda.

Empleando el mismo método que se utilizó para verificar las velocidades en cada tramo, se les asignaron diversos colores a distintos valores de presiones, facilitando así el reconocimiento de aquellos nodos cuyo funcionamiento es correcto, como así también, en cuáles de ellos se puede tener algún inconveniente. En las siguientes Tabla N° XI-6, se ven los colores asignados a los rangos de presiones y en la Tabla N° XI-7 se pueden apreciar los resultados obtenidos, presión en cada nodo.

Tabla N° XI-6. Rango de presiones

	Value <= (m H ₂ O)	Color
0	6	255; 0; 0
1	16	255; 255; 0
2	26	0; 255; 0
*		

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 141 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla N° XI-7. Presiones de los nodos

Nodo N°	Elevación (m)	Demanda (l/seg)	Presión (m H ₂ O)
J-1	156,39	0,38	23,96
J-2	156,62	0,22	24,00
J-3	156,85	0,22	24,56
J-4	154,97	0,00	25,31
J-5	154,74	0,00	25,54
J-6	155,01	0,18	25,26
J-7	155,24	0,18	25,04
J-8	155,58	0,22	24,72
J-9	156,28	0,23	24,17
J-10	156,05	0,23	24,26
J-11	155,35	0,22	24,92
J-12	155,7	0,23	24,59
J-13	155,93	0,23	24,42
J-14	155,37	0,00	24,93
J-15	155,28	0,12	25,01
J-16	155,47	0,06	24,83
J-17	155,11	0,00	25,18
J-18	156,16	0,23	24,25
J-19	155,48	0,23	24,80
J-20	156,17	0,22	24,14
J-21	154,79	0,00	25,48
J-22	155,13	0,22	25,14
J-23	156,51	0,23	24,34
J-24	155,83	0,23	24,45
J-25	155,81	0,22	24,52

Por último, se agregan los Planos N° 019, N° 020 y N° 021 con información importante como ser, vista en planta de la red con velocidades en los tramos, presiones en los nodos, tipos de caños utilizados, diámetros y detalles. Se presenta la Figura N° XI-4, donde se puede ver el trazado de la red de forma representativa, sin nivel de detalle.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

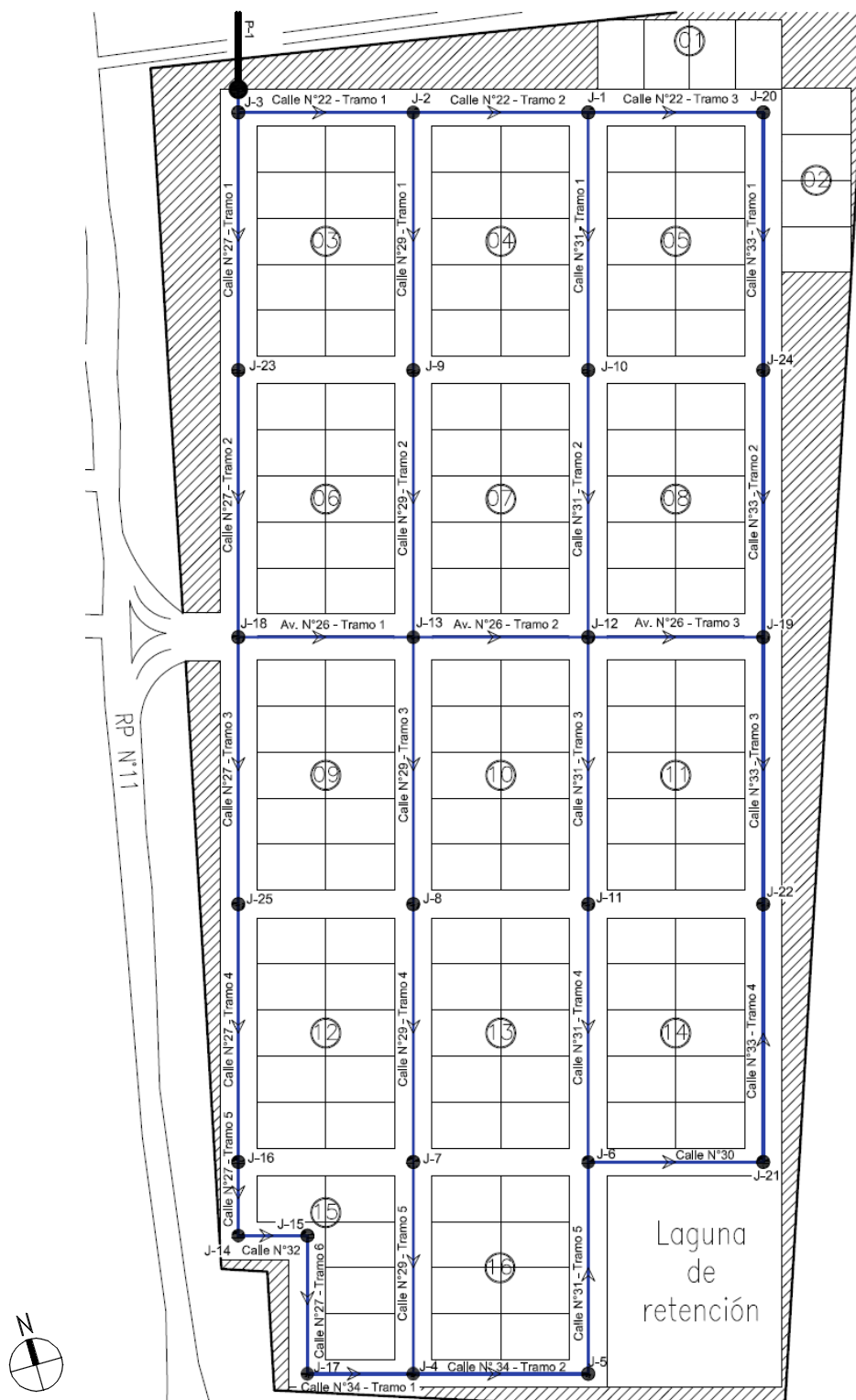


Figura N° XI-4. Trazado de la red.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
		Página 143 de 237	
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



XII. SISTEMA DE RED COLECTORA CLOACAL

XII. A.- INTRODUCCIÓN

La red colectora cloacal es un sistema de cañerías, con el objetivo de captar aguas residuales y conducir las a una planta depuradora; donde reciben un tratamiento que disminuye su contaminación y son devueltos al medio ambiente con menor impacto ecológico. Estas aguas residuales están formadas por la combinación de los desechos procedentes de viviendas, instituciones y establecimientos comerciales e industriales, y por las aguas de lluvias que pueden o no agregarse a las anteriores.

En la siguiente sección, se presentarán las características, procedimiento de cálculo y distribución que tendrá la red colectora cloacal del loteo en cuestión. Luego de un análisis e investigación de la zona, se encontró con la existencia de una red local en desarrollo, por lo que la red principal del loteo se conectará con la misma.

XII. B.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

Para el diseño y dimensionamiento es necesario saber la cantidad de lotes y el tipo de construcción a servir. Para determinar la cantidad de aguas residuales a eliminar del loteo es necesario también, tener en cuenta la población y la contribución por persona. En el proyecto se cuenta con un total de 141 lotes. Como se prevén viviendas unifamiliares, se toma un valor de 4 personas por lote (valor promedio de familia tipo de acuerdo a las características de la zona) y realizando el producto entre la cantidad de personas por lotes y el total de lotes, se cuenta con un total de 564 habitantes a abastecer.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 145 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



XII. C.- PROYECTO DE RED COLECTORA

XII. C. 1.- CRITERIO DE DISEÑO

Es fundamental tener en cuenta algunos conceptos básicos utilizados para el diseño; tales conceptos son:

- La pendiente mínima es del 3 ‰, para cañería de diámetro 160, si bien se busca seguir con la pendiente del terreno natural, para disminuir los costos de movimiento de suelo.
- El diámetro mínimo de la cañería es de diámetro 160.
- La tapada mínima para evitar cargas excesivas sobre la cañería exigida es de 1,20 metros, cuando se encuentra debajo de la calzada.
- El diámetro de salida siempre será mayor o igual al diámetro de entrada.
- La cota del caño de salida siempre estará por debajo de la cota del caño de entrada.

XII. C. 2.- TRAZADO DE LA RED

Ya que el criterio adoptado para el trazado de la red, es que la circulación del líquido se realice exclusivamente por gravedad; es necesario contar con las curvas de nivel de la superficie donde se va a realizar el proyecto. Lo que se busca es que siempre la pendiente de la cañería siga la pendiente del terreno natural, con el fin de realizar la menor cantidad de movimiento de suelo posible.

Una vez definido el trazado de la red, esta se conectará a un punto definido por el municipio. Este punto se puede ver detallado en el Plano N° 022. La particularidad del punto de conexión con la red del pueblo es que en dicho punto se encuentra una estación de bombeo, por lo que la cota de llegada no resulta un problema.

El trazado de la red se realizó por el eje de la calzada, siendo necesarias contar con las cotas en las intersecciones de las calzadas. Las mismas se detallan en el Plano N° 023.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 146 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

A continuación, se presentan las Figura N° XII-1, Figura N° XII-2; donde en la primera de ellas se puede ver el corte de una calzada tipo con la intención de mostrar cómo queda realizada la obra y en la segunda se muestra un corte detallado de la cañería principal.

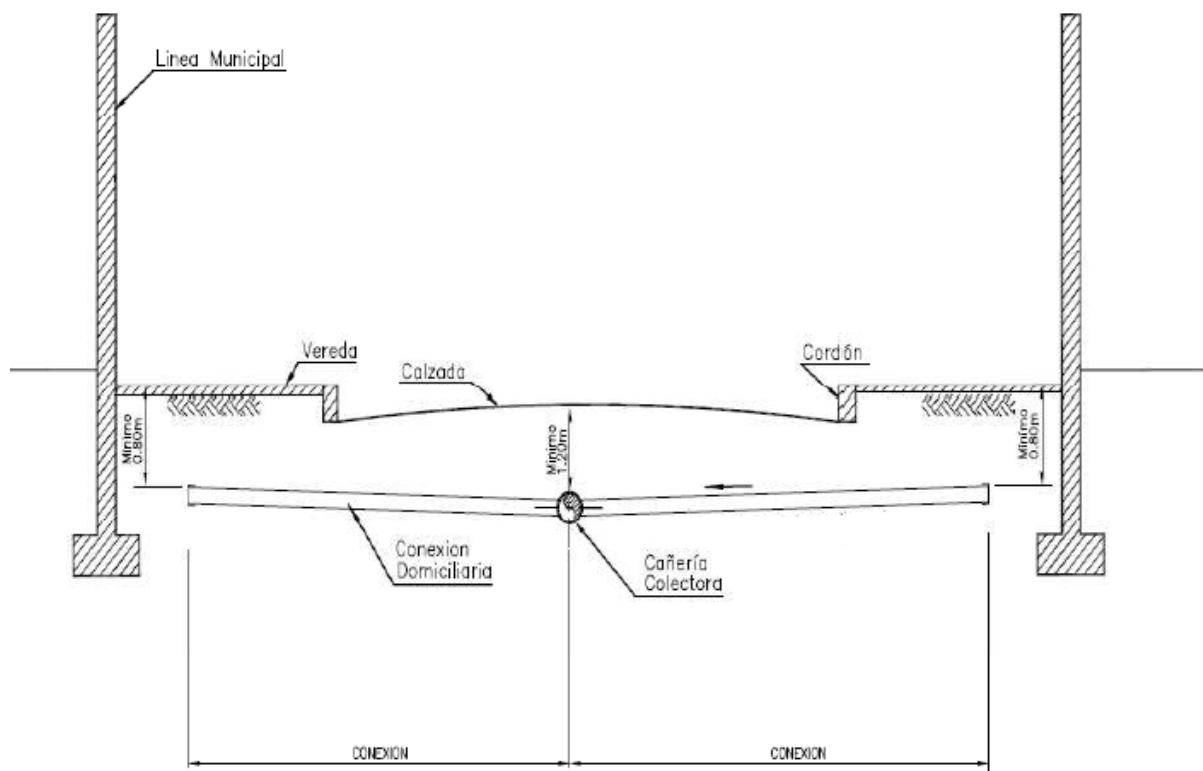


Figura N° XII-1. Corte de calzada con red cloacal

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

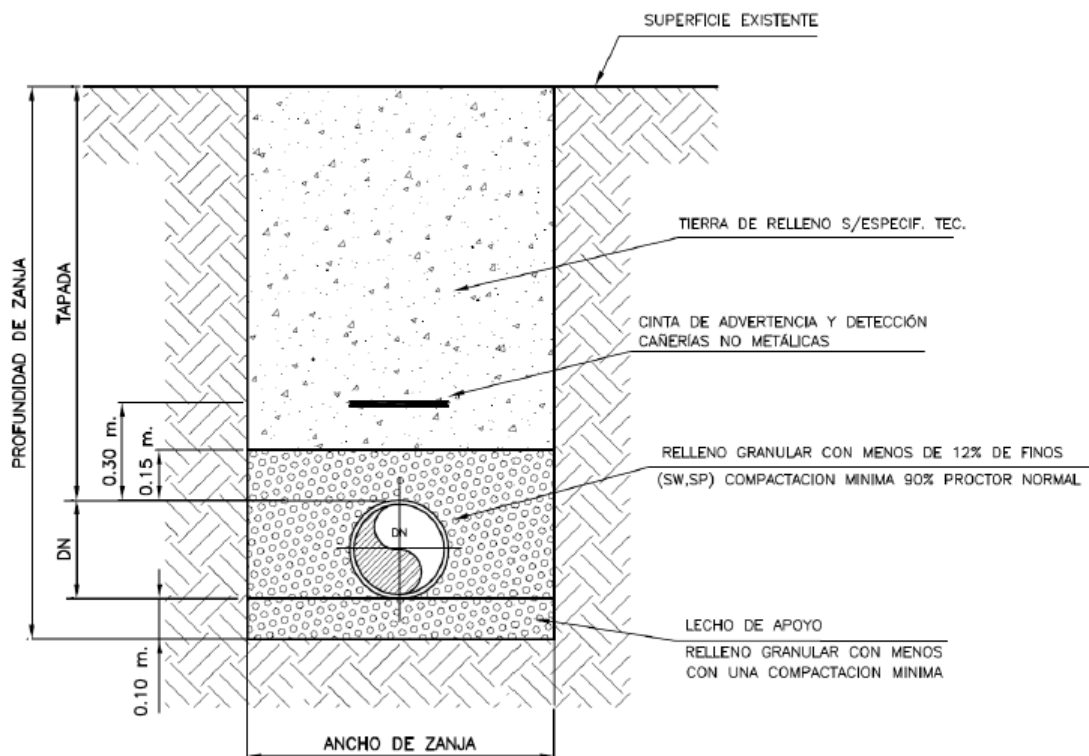


Figura N° XII-2. Detalle de caño cloacal

XII. C. 3.- DIÁMETROS Y MATERIALES

A la hora de elegir el material de cañería a emplear, existe una gran variedad de posibilidades para utilizar en las redes cloacales, como caños de acero, de fibrocemento, PVC, PRFV, entre otros, tal y como se detalló en el marco teórico.

Para este proyecto en particular, se ha optado por hacer uso de caños de PVC (Policloruro de Vinilo), material que presenta una gran cantidad de ventajas, propiedades que lo posicionan por sobre las demás opciones y lo convierten en una de las alternativas más escogidas en el diseño de este tipo de red. Algunas de estas características son:

- Resistente y liviano
- Versátil
- Rentable

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



- Alta resistencia a productos químicos
- Fácil de reparar

A este material, lo conforman cloruro de sodio (ClNa) en un 57% y petróleo o gas natural en un 43%.

Comercialmente, se presentan de forma circular y poseen una longitud de hasta 6 metros. Como es de imaginar, los tramos que formarán parte de la red serán, en su mayoría, mayores a esta extensión, por lo que no se deberá pasar por alto lo que a uniones refiere. Estas, se llevan a cabo mediante el sistema “espiga y enchufe”.

Para la utilización de estos caños, deben encontrarse previamente aprobados bajo normas IRAM, lo que me garantizará que se cumplan cada una de las propiedades del mismo.

Siguiendo lo impuesto por reglamento, el diámetro mínimo con el que deben contar las cañerías que se empleen en la materialización de la red cloacal, debe ser de 160 mm, por lo que toda la malla tendrá este tamaño.

Considerando que la circulación del líquido cloacal se dará gracias a la gravedad, resultó muy importante a su vez tener en cuenta el coeficiente de rugosidad de Manning a la hora de elegir el material de cañería, para no escoger uno que presente gran resistencia al deslizamiento del líquido, aspecto en el cual también resultó más conveniente el uso de PVC debido a su bajo valor ($n = 0,013$).

XII. C. 4.- DIMENSIONAMIENTO DE LA RED

Para llevar a cabo el dimensionado de la red colectora de líquidos cloacales, se deberá, en primera medida, definir el caudal de diseño, a partir del cual, posteriormente, se realizará el cálculo de los diámetros que requerirán las cañerías que conformen la red.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 149 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



XII. C. 4. a.- Definición de caudal de diseño para la red

Como punto de partida para llevar a cabo el cálculo del caudal de la red cloacal, se debe considerar que la cantidad de aguas residuales a eliminar depende de la cantidad de población y de la contribución de cada individuo. De esta manera, resulta indispensable efectuar estudios de la población a servir, lo que permitirá prever con exactitud la cantidad de aguas residuales a desechar.

En primer lugar, se deberá obtener el valor de aporte cloacal unitario, para luego averiguar los caudales de cálculo. Se necesitará contar con información pertinente al agua potable, más precisamente, al valor de la dotación, que es la cantidad de agua utilizada diariamente por un habitante, en términos de litros / habitante por día. Para establecer este valor, se debe considerar que la misma aumenta si la zona presenta un servicio de distribución de agua corriente. El líquido cloacal resulta directamente proporcional al consumo de agua potable. Se estima que entre el 70% y 80% del agua suministrada por la red de agua, será evacuada por la red colectora de líquidos cloacales.

Teniendo en cuenta esta cantidad sobre el total de agua que abastece la población, y considerando que el loteo dispone de servicio de agua potable, su dotación debe verse afectada por un coeficiente de minoración igual a 0,8.

- **Cálculo de la dotación**

Haciendo uso del valor que se ha asignado a la dotación de agua potable para nuestro proyecto, como así también, del coeficiente de minoración descripto anteriormente, logramos obtener la dotación para la red cloacal. Ver Tabla N° XII-1.

Tabla N° XII-1. Dotación para el diseño

DOTACIÓN	AGUA	250	$\frac{lbs}{hab * día}$
	CLOACA	$250 * 0,8 = 200$	

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 150 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



- **Población a servir**

Otro de los puntos a especificar es considerar la población a servir para el cálculo del caudal. Este valor ya ha sido obtenido en el apartado dedicado al desarrollo de la red de agua potable. Asimismo, a continuación, se deja detallado como se ha obtenido dicho valor. Tabla N° XII-2.

Tabla N° XII-2. Población a servir

CANTIDAD DE LOTES	141
HABITANTES POR LOTE	4
POBLACIÓN	564

- **Coefficientes de caudal**

La red se debe diseñar de manera tal que sea capaz de hacer frente a la máxima demanda horaria del día de mayor consumo, por lo que el caudal de diseño deberá cumplir con esta condición. Los valores de dotación que se presentaban anteriormente son valores promedio, por lo que el caudal medio calculado a partir de los mismos debe afectarse por coeficientes que consideran las fluctuaciones de éste, teniendo en cuenta la cantidad de población a servir, permitiendo así obtener en el caudal de diseño mencionado anteriormente. Se adoptarán los valores que se especifican en la siguiente Tabla N° XII-3, según lo establecido por el ENOHSA:

Tabla N° XII-3. Valores de los coeficientes

Población servida	α_1	α_2	α	β_1	β_2	β
500 h < P_s ≤ 3.000 h	1,40	1,90	2,66	0,60	0,50	0,30
3.000 h < P_s ≤ 15.000 h	1,40	1,70	2,38	0,70	0,50	0,35
15.000 h < P_s	1,30	1,50	1,95	0,70	0,60	0,42

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Con la cantidad de habitantes que conforman la población a servir, y la dotación asignada, se puede obtener el caudal medio diario (Q_M) de la siguiente manera:

$$Q_M = Población * Dotación \quad \text{Ecuación XII-1}$$

Para obtener el caudal de diseño “Q”, debemos afectar al valor obtenido “ Q_M ” por el coeficiente α destacado en la tabla anterior, que resulta de multiplicar $\alpha_1 * \alpha_2$. Tabla N° XII-4.

Tabla N° XII-4. Caudales

CAUDAL		$\left[\frac{lt}{s} \right]$ $\left[\frac{seg}{día} \right]$	$\left[\frac{lt}{s} \right]$ $\left[\frac{seg}{seg} \right]$
Q_{CLOACA}	MEDIO	112800	1,31
	DISEÑO	300048	3,47

Para efectuar el cálculo que nos determinará el diámetro de cañería necesario, se utiliza el caudal hectométrico, cuyo valor se obtiene de dividir el caudal de diseño sobre la longitud total de la cañería a través de la cual eliminaremos los efluentes.

Después de realizar el cómputo de materiales para esta tarea, se obtuvo que la longitud total de la cañería es de 2564 metros, este valor se obtuvo de sumar todos los tramos de caños que conforman la red.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 152 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

XII. C. 5.- CÁLCULO DE DIÁMETROS

Los caños cloacales colectores se calcularán como canales de sección circular, estableciendo una relación h/d que deberá cumplir con ciertas limitaciones, las cuales se especifican a continuación:

- $h/d \leq 0,94$ para el caudal de diseño (máximo horario proyectado a 20 años).
- $h/d \leq 0,8$ para el caudal máximo horario proyectado a 10 años.

En la Figura N° XII-3, se puede ver la sección de una cañería tipo. Con la cota de diámetro representada con la letra “d” y la cota del pelo libre de agua con la letra “h”.

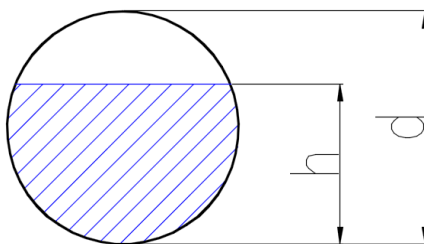


Figura N° XII-3. Sección de cañería

El diámetro de cañería que será necesario utilizar, se determina tras proponer un valor de éste y calcular la capacidad máxima que podrá transportar, para luego comparar este resultado con el caudal que surge de cálculo, el cual representa el volumen de líquido cloacal por unidad de tiempo que debe procesar la cañería en la sección analizada. A fin de precisar la capacidad de la cañería, se empleará la ecuación de Manning, expresada a continuación:

$$Q = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} * A \quad \text{Ecuación XII-2}$$

$$R = \frac{A}{P} \quad \text{Ecuación XII-3}$$

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>Página 153 de 237</p>			
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



Cuyos términos significan:

- n: Coeficiente de rugosidad de Manning ($n = 0,013$).
- R: Radio hidráulico.
- S: Pendiente del fondo del canal.
- A: Área mojada.
- P: Perímetro mojado.

Para poder efectuar el cálculo, se deberán obtener previamente los valores de R, A y P, para lo cual nos basaremos en una tabla que detalla ciertos cálculos simplificados de estos parámetros en función de la forma de la sección que se esté analizando.

Como en nuestro proyecto la sección de la cañería es circular, se debió realizar cálculos trigonométricos que me permitan calcular el ángulo θ , cuyo factor está en función de “h” y “d”, parámetros correspondientes a “y” y “D” de la figura, respectivamente. La fórmula empleada es la que se detalla a continuación.

$$\theta = 2 * \arccos\left(1 - \frac{y}{D/2}\right) \quad \text{Ecuación XII-4}$$

Esta discrepancia en la nomenclatura se debe a que en la Figura N° XII-4 se mantuvo la terminología de origen.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 154 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



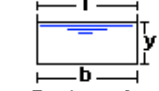

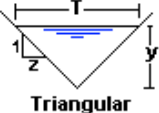
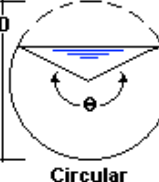

Tipo de sección	Área A (m ²)	Perímetro mojado P (m)	Radio hidráulico Rh (m)	Espejo de agua T (m)
 Rectangular	by	$b+2y$	$\frac{by}{b+2y}$	b
 Trapezoidal	$(b+zy)y$	$b+2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(b+zy)y}{b+2y\sqrt{1+z^2}}$	$b+2zy$
 Triangular	zy^2	$2y\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zy}{2\sqrt{1+z^2}}$	$2zy$
 Circular	$\frac{(\theta - \text{sen}\theta)D^2}{8}$	$\frac{\theta D}{2}$	$(1 - \frac{\text{sen}\theta}{\theta})\frac{D}{4}$	$(\frac{\text{sen}\theta}{2})D$ ó $2\sqrt{y(D-y)}$
 Parabólica	$\frac{2}{3}Ty$	$T + \frac{8y^2}{3T}$	$\frac{2T^2y}{3T+8y^2}$	$\frac{3A}{2y}$

Figura N° XII-4. Tabla de geometrías hidráulicas fundamentales.

A modo de cierre y para presentar la información con mayor claridad, en el anexo se muestra la Tabla N° XVIII-3 con toda los calculo realizados (verificación de la tapada, cálculo del caudal de Manning, cálculo del caudal acumulado); y el Plano N° 024, donde se puede ver cierta información como, trazado de la red, pendiente utilizada, materiales y diámetro de los caños, entre otras. Además, a continuación, se adjunta la Figura N° XII-5, donde se observa el trazado de la red con color marrón sobre el eje de la calzada y en la misma figura se distinguen letras y números que fueron utilizados para nombrar los diferentes tramos de la red.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

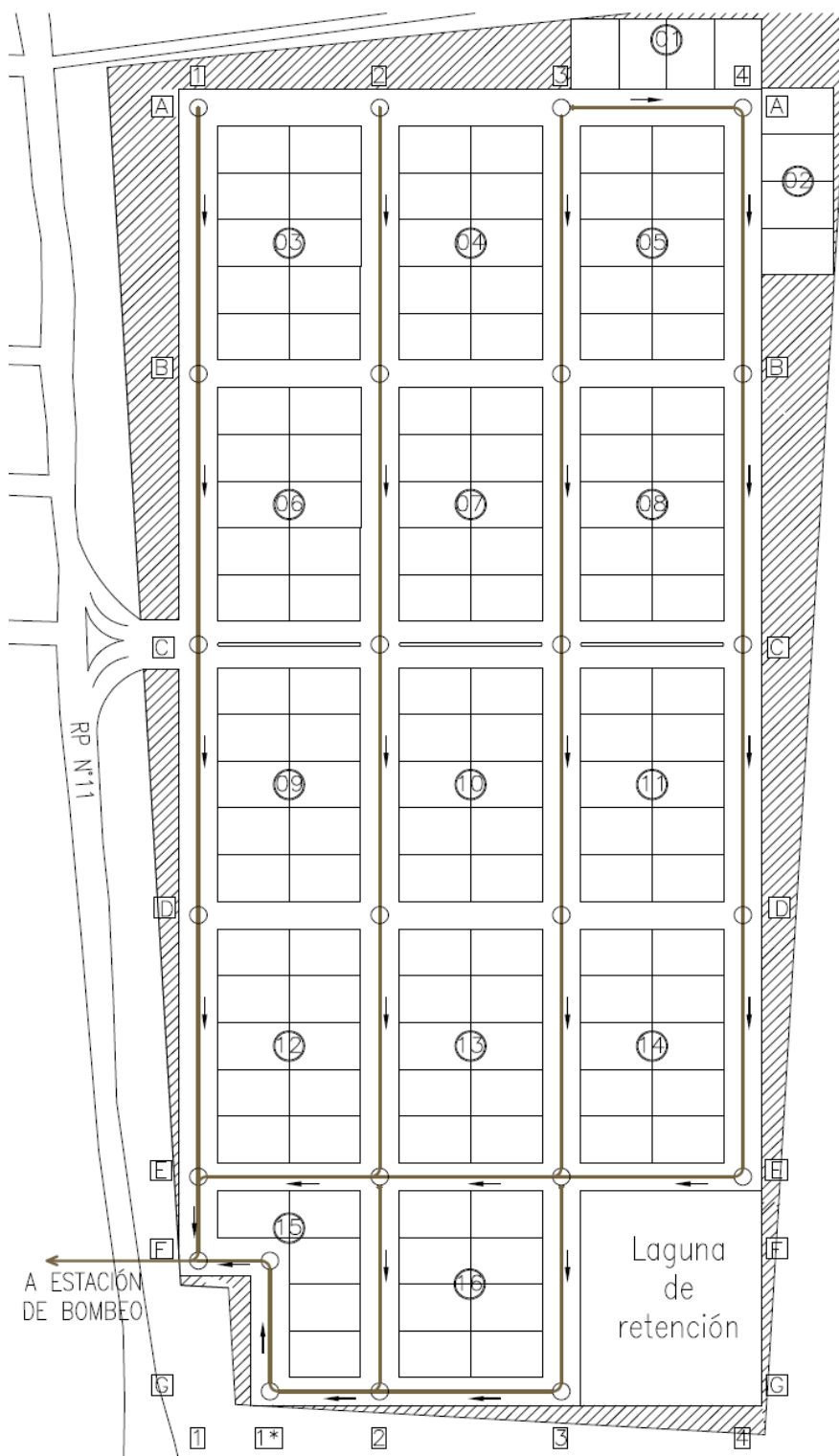


Figura N° XII-5. Red de cloaca

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			
			Página 156 de 237



XIII. ESTACIÓN DE BOMBEO

XIII. A.- CONSIDERACIONES GENERALES Y DE PROYECTO

Una estación de bombeo (también llamada estación elevadora) es una instalación electromecánica destinada a forzar el escurrimiento de una vena líquida para que ésta llegue a destino en las condiciones previstas en su diseño.

Las estaciones de bombeo están conformadas por un conjunto de motores, bombas e instalaciones electromecánicas que contribuyen al bombeo del líquido.

Es decir, su principal finalidad es la de proporcionar al líquido la energía suficiente para poder ser transportado, mediante un conducto a presión, desde un punto de menor cota a uno de mayor cota.

Los tipos de estaciones de bombeo más utilizados son las de bombas sumergibles, y las de cámara seca, en las cuales la bomba se encuentra en un recinto separado.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 158 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

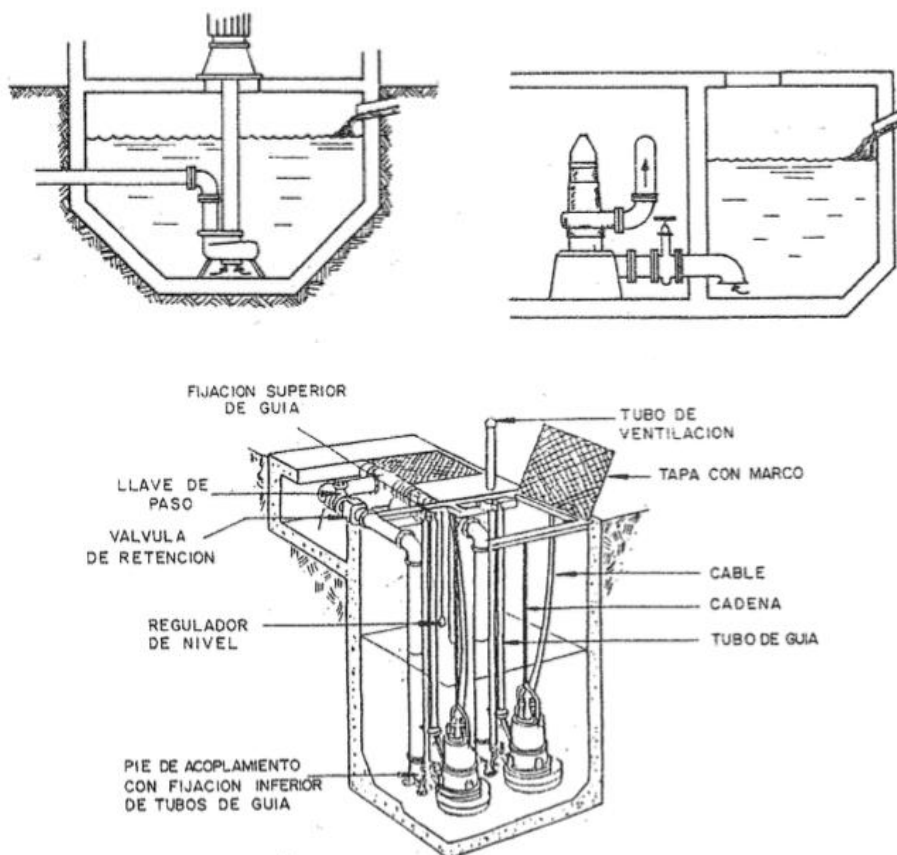


Figura N° XIII-1. Cortes y accesorios de estación de bombeo.

Particularmente, para el loteo que en el presente se desarrolla, se pensó en la instalación de una estación de bombeo de manera tal que el líquido cloacal colectado del barrio, en una cota de diseño precisamente 4,03 metros debajo de la cota del terreno natural, tenga la suficiente energía como para llegar a una estación de bombeo planificada en las cercanías de la parcela, perteneciente a un proyecto municipal de llevar a cabo una obra que mejoraría la calidad de vida de los habitantes de Chazón, como es una red colectora de líquidos cloacales. Esta obra, hasta el momento no ha sido realizada para la Ciudad.

Generalmente para el tipo de obras como las del presente proyecto, se utilizan bombas del tipo sumergible debido a que implica un costo menor en la ejecución de la obra civil, en función de que no se debe ejecutar una sala de bombas.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



Las bombas sumergibles poseen un costo elevado, pero su instalación y sus costos de operación son reducidos, al mismo tiempo que no generan ruidos y no precisan la ejecución de una superestructura. Las estaciones de bombeo del tipo “a sala seca” presentan la problemática de una posible inundación, con los perjuicios económicos que esto conlleva.

El diseño de una estación de bombeo debe considerar la facilidad en la operación de sus elementos, así como la sencillez en las tareas de mantenimiento. Sin embargo, es muy importante destacar algunos aspectos del entorno donde se emplaza la estación de bombeo, que pueden modificar los criterios técnicos con que el proyectista diseñe la instalación. Por ejemplo:

1. Disponibilidad de mano de obra calificada
2. Disponibilidad o accesibilidad de repuestos.
3. Sencillez tecnológica de los componentes.
4. Vigilancia continua o esporádica de la estación de bombeo.
5. Apoyo logístico para el mantenimiento.

XIII. B.- OBRA CIVIL

La estación de bombeo del presente proyecto será del tipo “cámara húmeda” debido a las razones expuestas anteriormente. Los principales parámetros y factores que se deben tener en cuenta para el diseño de este tipo de instalación son los siguientes:

- Volumen útil mínimo de la cámara para no exceder la frecuencia de arranques por hora estipulada de los equipos.
- Volumen de fondo: es el volumen que garantiza una correcta aspiración y sumergencia de la bomba.
- Cantidad y distribución de los equipos dentro del recinto.
- Se debe tomar la precaución de evitar ciertas condiciones hidráulicas, tales como la formación de vórtices, la entrada de aire en las tuberías,

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 160 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



las vibraciones, interferencias entre bombas, la generación de zonas de bajas velocidades, los excesivos tiempos de permanencia que generen problemas de septización del líquido, entre otros.

Al ser, en este caso, una estación de bombeo de líquidos cloacales, se debe evitar la caída libre del mismo directamente sobre la superficie del líquido situado en la cámara de bombeo. Para ello se ubica en la cámara de bombeo, delante de la salida del caño afluente, una pantalla deflectora de tal modo de disminuir el efecto de la velocidad del chorro líquido, evitando la formación de espumas y bolsones de aire que pudieran ingresar en la bomba.

Se debe llevar a cabo la construcción de una sala de tableros y la ejecución de un pequeño recinto contiguo al pozo, en el cual se disponen las válvulas.

XIII. C.- OBRA ELECTROMECAÁNICA

Las electrobombas comúnmente usadas para este tipo de obra civil son del tipo centrífugas de desagüe estacionario, sumergible, apto para bombear líquido cloacal, destinadas para trabajar total o parcialmente sumergidas en la cámara de aspiración.

Deben ser fabricadas con materiales no atacables por los líquidos cloacales, debiendo los rotores ser redondeados y libres de ángulos agudos y salientes que puedan retener sólidos.

Las electrobombas se deben poder izar fácilmente para su inspección sin necesidad de soltar conexiones. Se debe prever en el fondo del pozo un pie de acoplamiento sujeto con pernos, al cual se conecta el tubo de descarga. Cuando la electrobomba se baje a la cámara de aspiración, generalmente debe ser capaz de deslizarse por unas guías y conectarse automáticamente al tubo mencionado anteriormente.

El control de arranque y parada de bombas se hará por flotadores u otros dispositivos similares ubicados en la cámara de succión, debiéndose prever la

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 161 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



parada de bombas por sobrenivel y falta de nivel, con alarmas tanto acústicas como ópticas.

Para el diseño se deben tener en cuenta los datos del caudal y la altura a bombear (comprendida entre la cota más baja de la cámara de bombeo y la cota donde se inicia el tratamiento). En base a estos parámetros y la eficiencia de trabajo con la que se diseña, se utilizan tablas de proveedores de bombas que indican el modelo recomendado.

XIII. D.- INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

- **Rejas:** Su implementación no siempre es necesaria, pero en el caso en que el afluente provenga de líquidos cloacales o pluviales, la sola presencia en el fluido de elementos que puedan dañar o romper los rotores de las bombas, obliga a colocar rejas que retengan dichos elementos perjudiciales. Se colocan antes de la cámara de bombeo. Las rejas podrán ser de limpieza de tipo manual o de tipo mecánico inclinadas a 60° con respecto a la horizontal, eligiendo las primeras debido a su bajo costo de implementación y la fácil manipulación por un operario a cargo. Resultará fundamental que la limpieza se realice periódicamente. Las mismas cuentan con una caja metálica perforada o barrotes, y con un dispositivo de izaje para realizar la tarea de limpieza. La separación de los barrotes estará en función del tipo de líquido que se trate, clasificándose en rejas finas (10 mm a 25 mm), rejas medianas (25 mm a 50 mm) y rejas gruesas (50 mm a 100 mm). Cabe destacar que mientras menor sea la separación entre barrotes, mayor será la cantidad de residuos que se retengan, por lo que el punto de equilibrio será aquel que garantice una correcta aspiración de las bombas conjuntamente con una cantidad mínima posible de desechos retenidos.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 162 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

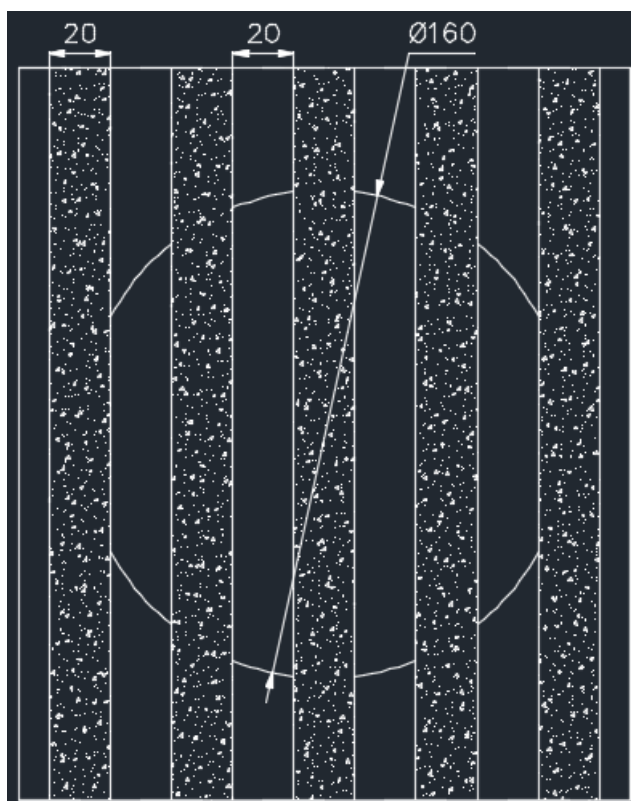


Figura N° XIII-2. Croquis de rejas.

- Válvulas: se deben colocar en cada punto que sea necesario para garantizar un fácil mantenimiento y reemplazo de piezas, así como para interrumpir el flujo cuando sea necesario, para evitar golpes de ariete, eliminar aire ocluido en tuberías, etc. Las más utilizadas son válvulas mariposa, válvulas de retención y válvulas esclusas, siendo estas últimas las empleadas en nuestro proyecto.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

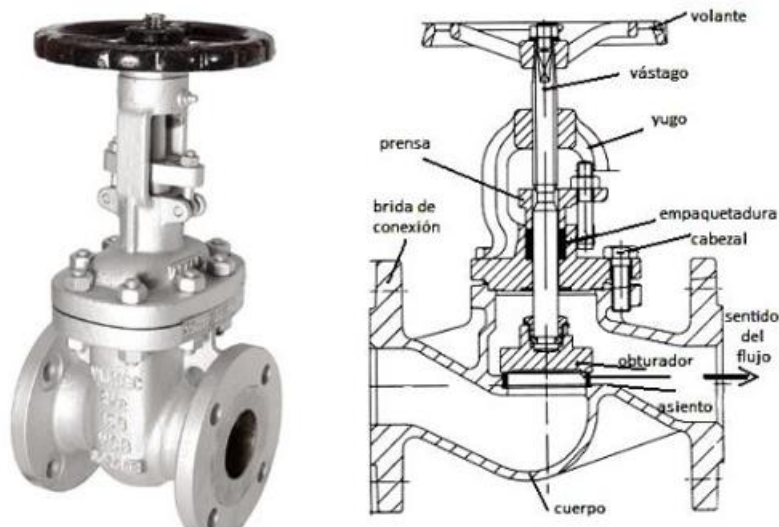


Figura N° XIII-3. Válvula esclusa.

- Instalaciones para desborde.
- Fuentes de energía.
- Sistema de ventilación.
- Prever sistema de izaje para manipulación de bombas, como así también generar un acceso cómodo.

XIII. E.- DIMENSIONADO MEDIANTE DISEÑO Y CÁLCULO HIDRÁULICO

Al igual que en varios puntos del presente trabajo final, la ejecución de este apartado se ha llevado a cabo siguiendo la normativa impuesta por el ENOHSA, concretamente, basándonos en su capítulo número 10, titulado “Estaciones de Bombeo”.

El proyecto que se ha llevado a cabo, corresponde al Caso I que presenta la normativa, en el cual se dispone de una bomba en servicio, más otra de reserva, prevista por cualquier tipo de inconveniente o falla que pueda presentarse en la de servicio o simplemente para cuando se requiera efectuarle alguna reparación o tarea de mantenimiento.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



Para mayor simplicidad en los cálculos, se ha utilizado la herramienta Office, más precisamente su planilla de cálculo Excel.

A continuación, se detallan las ecuaciones empleadas para obtener los resultados deseados y luego, capturas de la planilla ejecutada con los respectivos valores obtenidos.

$$Q_m \left[\frac{l}{\text{día}} \right] = Hab * Dot * \varepsilon \quad \text{Ecuación XIII-1}$$

$$Q_{md} \left[\frac{l}{s} \right] = \frac{Q_{md}}{86400} \quad \text{Ecuación XIII-2}$$

Siendo:

- Q_m : Caudal medio.
- Hab: Cantidad de habitantes.
- Dot: Dotación.
- ε : Porcentaje de dotación que fluye por desagüe cloacal.
- Q_{md} : Caudal medio diario.

Para obtener el Caudal Máximo Diario, es necesario afectar el Caudal Medio Diario con un coeficiente que considera fluctuaciones de caudal según la cantidad de habitantes con la que cuenta la población a servir. Véase Tabla N° XII-3. De allí se obtiene el valor de “ $\alpha 1$ ”.

$$Q_{maxd} \left[\frac{l}{s} \right] = Q_{md} * \alpha 1 \quad \text{Ecuación XIII-3}$$

Siendo:

- Q_{maxd} : Caudal máximo diario.

En la Tabla citada anteriormente, también puede observarse una columna con valores de “ $\alpha 2$ ”. Para obtener el Caudal Máximo Horario, que es el caudal con el cuál se dimensionan las bombas, debemos multiplicar el Q_{maxd} por el valor que corresponda según la población servida.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 165 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



$$Q_d = Q_e = Q_{maxd} * \alpha_2 \quad \text{Ecuación XIII-4}$$

Siendo:

- $Q_d = Q_e$: Caudal máximo horario.

Una vez que se llega a este caudal, se debe afectar por un factor de bombeo “m”, cuyo valor varía entre 1 y 1,1. Se adoptó el mayor y así se obtuvo el Caudal Total de bombeo para el final del período de diseño:

$$Q_b = Q_d * m \quad \text{Ecuación XIII-5}$$

Luego, el Volumen Útil se obtuvo de la siguiente manera:

$$V_U = V_1 = \frac{1,15 * Q_b}{4 * f_{max}} \quad \text{Ecuación XIII-6}$$

El tiempo de permanencia del líquido en la estación de bombeo, no debe superar bajo ningún caso los 30 minutos, para evitar la sedimentación.

Seguidamente, se calculó el Caudal Mínimo Diario empleando la fórmula expresada a continuación.

$$Q_{B0} = Q_{md} * \beta_1 \quad \text{Ecuación XIII-7}$$

Cuyo término β_1 corresponde a un factor de minoración según población servida, obtenido de **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

El caudal de bombeo máximo para los primeros 10 años de instalada la bomba, se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{b10} = \frac{Hab \times Dot \times \alpha}{86400} \quad \text{Ecuación XIII-8}$$

Recordemos que α proviene de multiplicar α_1 con α_2 .

Para proceder a realizar el cálculo del Volumen de Fondo, es necesario despejarlo de la ecuación del tiempo máximo de permanencia hidráulica.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 166 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



$$t_{smax} = \frac{V_1}{Q_{BO}} + \frac{V_f + 0,5 * V_1}{Q_{b10} - Q_{BO}} \quad \text{Ecuación XIII-9}$$

Como dijimos que nunca podrá ser mayor a media hora, en la ecuación se emplea como tal, 1800 segundos. Por lo que la fórmula a emplear para obtener el volumen de fondo, será:

$$V_f = \left[\left(t_{smax} - \frac{V_1}{Q_{BO}} \right) * (Q_{b10} - Q_{BO}) \right] - (0,5 * V_1) \quad \text{Ecuación XIII-10}$$

Por último, el volumen total de la cámara, considerando 1 metro de revancha, será:

$$V_T = V_U + V_f + 1 \quad \text{Ecuación XIII-11}$$

La siguiente tabla muestra los resultados obtenidos en el cálculo de cada uno de los items listados recientemente.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 167 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla N° XIII-1. Cálculos hidráulicos para la estación de bombeo.

CASO I: Una sola bomba en servicio (más otra igual de reserva)			
Cantidad de Lotes		141	
N° Habitantes por Lote		4	
Cantidad de Habitantes		564	
Dotación		250	[l/hab * día]
Coef de Agua que va a Des. Cloacal		0,8	
Caudal Medio	Qm	112800	[l/día]
Caudal Medio Diario	Qmd	1,31	[l/s]
$\alpha = \alpha_1 \times \alpha_2$		2,66	
Caudal Máx Diario	Qmaxd	1,83	[l/s]
Caudal Máx Horario	Qd=QE	3,47	[l/s]
		0,0035	[m3/s]
		300,05	[m3/d]
Factor de bombeo	m	1,10	
Caudal total de bombeo para el final del periodo de diseño	Qb	3,8201	[l/s]
		0,0038	[m3/s]
Frecuencia máxima admisible de arranques por hora	fmax	4	[a/h]
Volumen Útil	Vu = V1	988,44	[l]
		0,99	[m3]
Tiempo máximo de permanencia hidráulica	tsmax	0,5	[h]
		1800	[s]
Caudal Mínimo Diario	QB0	0,783	[l/s]
Caudal de la bomba instalada para los primeros 10 años	Qb10	4,34	[l/s]
Volumen de Fondo	Vf	1420,37	[l]
		1,42	[m3]
Volumen total	VT	3,41	[m3]

Por lo tanto, las dimensiones adoptadas para la cámara de bombeo se pueden observar en la tabla adjunta a continuación:

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>Página 168 de 237</p> <p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



Tabla N° XIII-2. Dimensiones de la estación de bombeo.

Dimensiones de la cámara	Ancho	1,5	[m]
	Alto	4,7	[m]
	Largo	1,2	[m]
Volumen Adoptado	VA	8,46	[m3]

XIII. F.- SELECCIÓN DE LA BOMBA

A la hora de escoger la bomba para nuestro proyecto, fue necesario tener en cuenta el caudal a bombear, la altura geométrica de bombeo y las pérdidas. Sumando estas últimas dos, se obtuvo la altura manométrica.

XIII. F. 1.- CAUDAL DE BOMBEO

Como mencionamos anteriormente, se disponen de dos bombas, las cuales tienen la capacidad de arrancar 4 veces por hora cada una, por lo que alternarán ciclos de 7,5 minutos cada una.

Como punto de partida para el cálculo del caudal a bombear por cada bomba, debemos tomar el valor del caudal máximo horario.

$$Q_E = 3,47 \left[\frac{l}{s} \right] * 3600 = 12492 \left[\frac{l}{h} \right]$$

Al ser 4 la frecuencia máxima admisible de arranques por hora, cada bomba deberá ser capaz de bombear:

$$\frac{12492}{4} \left[\frac{l}{h} \right] = 3123 \left[\frac{l}{7,5 \text{ min}} \right]$$

Por lo que el caudal a bombear por cada uno de los artefactos, será:

$$Q_b = 416,4 \left[\frac{l}{min} \right] = 6,94 \left[\frac{l}{s} \right]$$

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 169 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



XIII. F. 2.- ALTURA GEOMÉTRICA DE BOMBEO

Esta altura se mide desde el nivel de bombeo hasta la altura del punto de descarga. Debe ser suficiente para que el proceso continúe por gravedad, sin la necesidad de emplear estaciones de bombeo intermedias.

De igual manera a la que se vienen desarrollando los apartados anteriores, a continuación se detallan las fórmulas empleadas y que es lo que se calcula con cada una de ellas, y posteriormente, se adjuntan tablas que muestran los resultados obtenidos.

- Altura Útil

$$h [m] = \frac{V_U}{V_A} \quad \text{Ecuación XIII-12}$$

Siendo:

- V_U : Volumen Útil.
- V_A : Volumen Adoptado.

- Altura de Fondo

$$h_f [m] = \frac{V_F}{V_A} \quad \text{Ecuación XIII-13}$$

Siendo:

- V_F : Volumen de Fondo.
- V_A : Volumen Adoptado.

- h_{dif} : corresponde a la diferencia de altura que existe entre la cota de terreno natural en la posición en donde se encuentra ubicada la estación de bombeo y la cota de diseño de la red colectora cloacal en ese mismo punto, es decir, la cota a la cual se encuentra el caño que llega a la cámara proveniente del loteo.
- h_{est} : esta altura hace referencia a la resistencia que le presenta la forma del terreno a llegar a la estación de bombeo destino, saliendo de la estación de bombeo proyectada en el presente trabajo. Es decir, en una parte del tramo de conducción proyectado, el líquido bombeado debe

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 170 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

ascender un metro, por la forma del terreno, hasta llegar a un punto en el que a partir de allí, comienza a descender por gravedad, aprovechando el desnivel favorable hasta la estación destino.

Sumando estas cuatro alturas, obtendremos la altura geométrica, distinguida mediante otro color en la siguiente tabla.

Tabla N° XIII-3. Tabla de cálculo de Altura Geométrica.

Altura útil	h	0,27	[m]
Altura de fondo	h_f	0,39	[m]
Dif cota diseño y terreno	h_{dif}	4,03	[m]
Altura a vencer	h_{est}	1,00	[m]
Altura Geométrica	H_{geom}	5,70	[m]

A su vez, para finalizar este apartado, se adjunta una figura en la cual puede observarse un corte de una estación de bombeo, la cuál nos sirve para diferenciar con mayor facilidad las alturas mencionadas anteriormente, y a su vez, algunos de los volúmenes tratados en el apartado XIII. E.

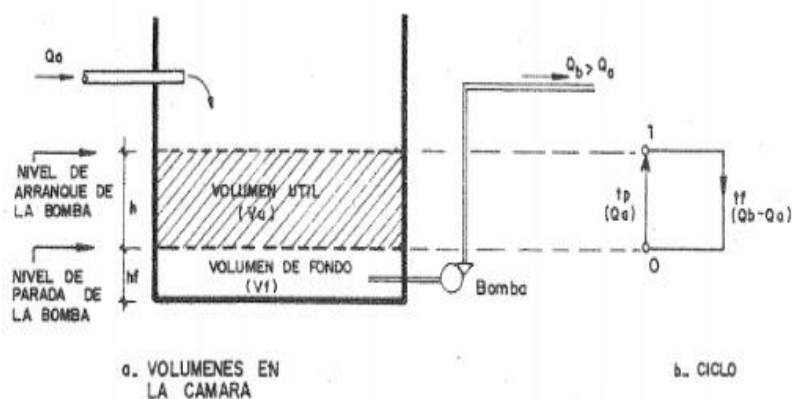


Figura N° XIII-4. Volúmenes y altura de la cámara.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



XIII. F. 3.- CAÑERÍA DE IMPULSIÓN Y PÉRDIDAS

A lo largo de la tubería que conduce el líquido desde la estación de bombeo proyectada en este trabajo hacia la estación de bombeo receptora, se producen ciertas pérdidas, las cuales es necesario considerar a la hora de elegir la bomba a emplear.

Estas pérdidas pueden ser por fricción del líquido con el material del cual está hecha la tubería, cambios de sección, conexiones, cambios de dirección, entre otras.

Para mayor simplicidad en el cálculo, se dividieron en dos grupos: pérdidas totales por fricción y pérdidas por singularidades.

A fin de obtener la pérdida de carga correspondiente al primer grupo, se utilizó la fórmula de Hazen – Williams, presentada a continuación:

$$h_f = 10,654 \times L \times \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852} \times \left(\frac{1}{D^{4,8704}}\right) \quad \text{Ecuación XIII-14}$$

En donde:

- L es la longitud del tramo.
- Q es el caudal de diseño.
- C es el coeficiente de fricción (ver Tabla XIII-4)
- D es el diámetro de la tubería utilizada.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 172 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla N° XIII-4. Valores para el coeficiente C.

Material	C mín	C máx
Asbesto-cemento	140	140
Hierro fundido nueva	130	130
Hierro fundido 10 años	107	113
Hierro fundido 20 años	89	100
Hierro fundido 30 años	75	90
Hierro fundido 40 años	64	83
Concreto	100	140
Cobre	130	140
Acero	90	110
Hierro galvanizado	120	120
Polietileno	140	140
Policloruro de vinilo (PVC)	150	150
Plástico fibroreforzado (FRP)	150	150

Esta tabla ha sido obtenida de un artículo dedicado a la Fórmula de Hazen–Williams, más precisamente del apartado “Valores para el coeficiente C” en la enciclopedia virtual Wikipedia.

Por otro lado, para calcular las pérdidas de carga generadas por las singularidades, se empleó la siguiente ecuación:

$$h_s = K \times \left(\frac{V^2}{2 \times g} \right) \quad \text{Ecuación XIII-15}$$

En donde:

- K es un coeficiente empírico adimensional determinado para cada tipo de singularidad.
- V es la velocidad a la que circula el líquido en la tubería.
- g es la aceleración de la gravedad.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 173 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Sumando ambos grupos de pérdidas de carga, obtendremos las pérdidas totales en el tramo. Si a estas, a su vez, las sumamos a la altura geométrica obtenida en XIII. F. 2, obtendremos finalmente la Altura Manométrica, la cual, acompañada del caudal a bombear, me determinarán la bomba óptima a utilizar según nuestro proyecto.

En Tabla N° XIII-5, Tabla N° XIII-6 y Tabla N° XIII-7 adjuntadas seguidamente, podrán observarse, en primer lugar, las características de la cañería de impulsión, encargada de conducir el efluente desde la estación elevadora hasta la cámara de bombeo de la red colectora cloacal del pueblo. Esta cañería será de P.V.C, diámetro de 160 mm, apta para conducir el efluente, y tendrá una longitud aproximada de 111 m; en segundo lugar, el detalle del cálculo de las pérdidas totales.

Tabla N° XIII-5. Cálculo de pérdidas totales.

CÁLCULO DE PÉRDIDAS TOTALES			
Tramo comprendido entre la salida del loteo y la estación de bombeo receptora			
Altura Geométrica - Dif. altimétrica	H	5,70	[m]
Longitud de tubería	L	111,00	[m]
Diámetro de la tubería	D	0,160	[m]
Coficiente de fricción Hazen Williams	C	150	
Caudal de diseño	Qd	0,0038	[m3/s]
Velocidad	V	0,19	[m/s]
Condición		VERIFICA	
PÉRDIDAS TOTALES POR FRICCIÓN			
$h_f = 10,654 \times L \times \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852} \times \left(\frac{1}{D^{4,8704}}\right)$			
Pérdidas por fricción	hf	0,028	[m]
	Sf	0,000	[m/m]

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



Tabla N° XIII-6. Cálculo de pérdidas totales.

PÉRDIDAS POR SINGULARIDADES				
Descripción	α°	K	n	K * n
<i>Entre salida de bomba y comienzo del tramo</i>				
Embocadura: Ent. cuadrada		0,50	0	0
Embocadura: Ent. redond.		0,25	0	0
Embocadura: Ent. Reent.		0,80	0	0
Entrada en ángulo	45	0,93	0	0
Codo a 90°		1,00	4	4
Codo a 45°		0,30	2	0,6
Codo en ángulo	30	0,11	0	0
Tee flujo pasante		0,50	0	0
Tee flujo convergente		1,00	0	0
Expansión cónica		0,40	0	0
Reducción cónica		0,39	0	0
Válvula de retención		2,50	0	0
Válvula esclusa		0,20	2	0,4
Válvula mariposa		0,20	0	0
Válvula de control (reg de presión-caudal)		10,00	0	0
Desembocadura		1,00	0	0
Pérdidas por singularidades	$h_s = K \times \left(\frac{V^2}{2 \times g} \right)$		0,01	[m]

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



Tabla N° XIII-7. Cálculo de pérdidas totales.

Conducción en el tramo				
Embocadura: Ent. cuadrada		0,50	0	0
Embocadura: Ent. redond.		0,25	0	0
Embocadura: Ent. Reent.		0,80	0	0
Entrada en ángulo	45	0,93	0	0
Codo a 90°		1,00	2	2
Codo a 45°		0,30	0	0
Codo en ángulo	30	0,11	0	0
Tee flujo pasante		0,50	0	0
Tee flujo convergente		1,00	0	0
Expansión cónica		0,40	0	0
Reducción cónica		0,39	0	0
Válvula de retención		2,50	0	0
Válvula esclusa		0,20	1	0,2
Válvula mariposa		0,20	0	0
Válvula de control (reg de presión-caudal)		10,00	0	0
Desembocadura		1,00	1	1
Pérdidas por singularidades	$h_s = K \times \left(\frac{V^2}{2 \times g} \right)$		0,01	[m]
Altura Manométrica (total a vencer)		5,74	[m]	
Altura Manométrica adoptada para elección de bomba		6,00	[m]	

XIII. F. 4.- ELECCIÓN DE LA BOMBA

Todo lo desarrollado en “Selección de la bomba”, fue hecho a fin de encontrarse en condiciones de poder optar por el modelo de artefacto a utilizar en la estación demandada en el proyecto.

Para tal propósito, se extraen de todos los cálculos, el valor de la altura manométrica y el caudal a bombear.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p style="text-align: right;">Página 176 de 237</p> <p style="text-align: center;">DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

Por otra parte, se debió elegir una de las marcas que comercializan este tipo de herramientas y acceder a sus catálogos. Estos, contienen tablas que en función de determinadas variables, permiten encontrar qué modelo resultaría el óptimo.

Particularmente, para nuestro proyecto, se ha optado por bombas Flygt, precisamente en su Serie N, que son bombas de baja capacidad, para bombeos de hasta 100 l/s.

El modelo que se adecúa a nuestra necesidad es Flygt N 3085, obtenido de la siguiente figura.

Rendimiento, 50 Hz

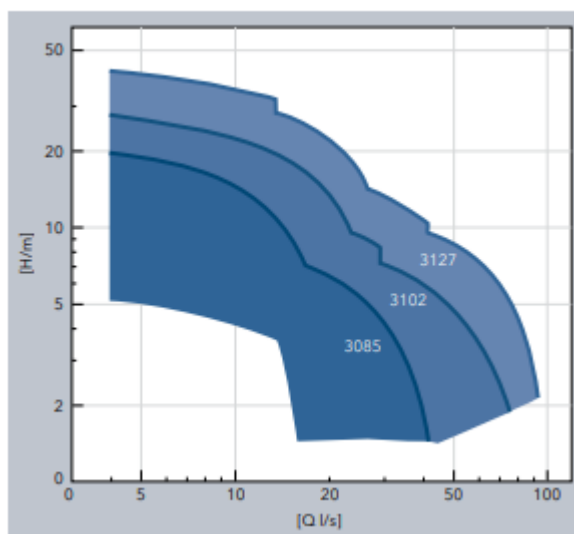


Figura N° XIII-5. Rendimiento de bombas Serie N.

Esta figura, ha sido obtenida mediante la web de Electromecánica MM, cuya plataforma ofrece el catálogo de especificaciones técnicas según la bomba que se adapte a cada proyecto.

Luego de haber escogido la bomba adecuada, se procedió a analizar su régimen de trabajo. En lo que a esto respecta, se buscó que la misma realice su trabajo en una curva de rendimiento intermedio, pudiendo elevar o disminuir su productividad según el requerimiento, con el propósito de prolongar su vida útil.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>Página 177 de 237</p> <p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

Otro de los aspectos a tener en cuenta, es la conexión a la red eléctrica. Se tuvo que definir si la misma sería monofásica o trifásica, seleccionándose esta última opción.

Utilizando una vez más los valores de altura manométrica y caudal a bombear con los que hemos definido la bomba, observamos en qué rango de la curva de eficiencia trabajará, determinando será 462, a una potencia máxima requerida de 1,3 kW, pudiéndose elevar su rendimiento a curvas superiores. Esto puede verse reflejado en la siguiente figura.

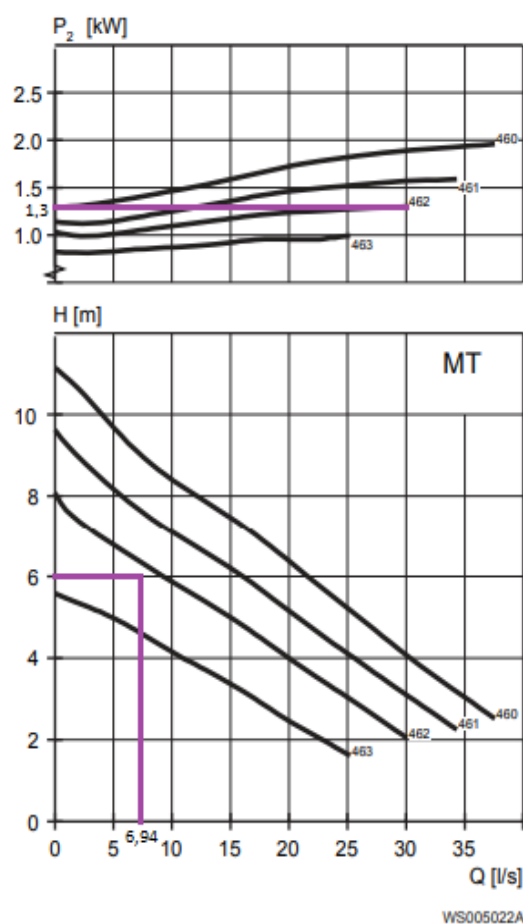


Figure 1: 3-phase

Figura N° XIII-6. Ábaco de relación entre potencia, altura y caudal, para conexión trifásica.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



Table 18: 400 V, 50 Hz, 3-phase

Rated power kW	Rated power hp	Curve/Impeller No	Revolutions per minute, rpm	Rated current, A	Starting current, A	Power factor, cos φ	Installation
1	1,3	463	1455	3,2	23	0,6	T,Z
1,3	1,7	462	1440	3,6	23	0,68	F,P,S
1,3	1,7	463	1440	3,6	23	0,68	F,P,S
1,4	1,9	462	1435	3,7	23	0,7	T,Z
1,4	1,9	463	1435	3,7	23	0,7	T,Z
2	2,7	460	1400	4,8	23	0,8	F,P,S
2	2,7	461	1400	4,8	23	0,8	F,P,S
2	2,7	462	1400	4,8	23	0,8	F,P,S
2	2,7	463	1400	4,8	23	0,8	F,P,S

Figura N° XIII-7. Especificaciones técnicas de la bomba seleccionada según curva de rendimiento.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

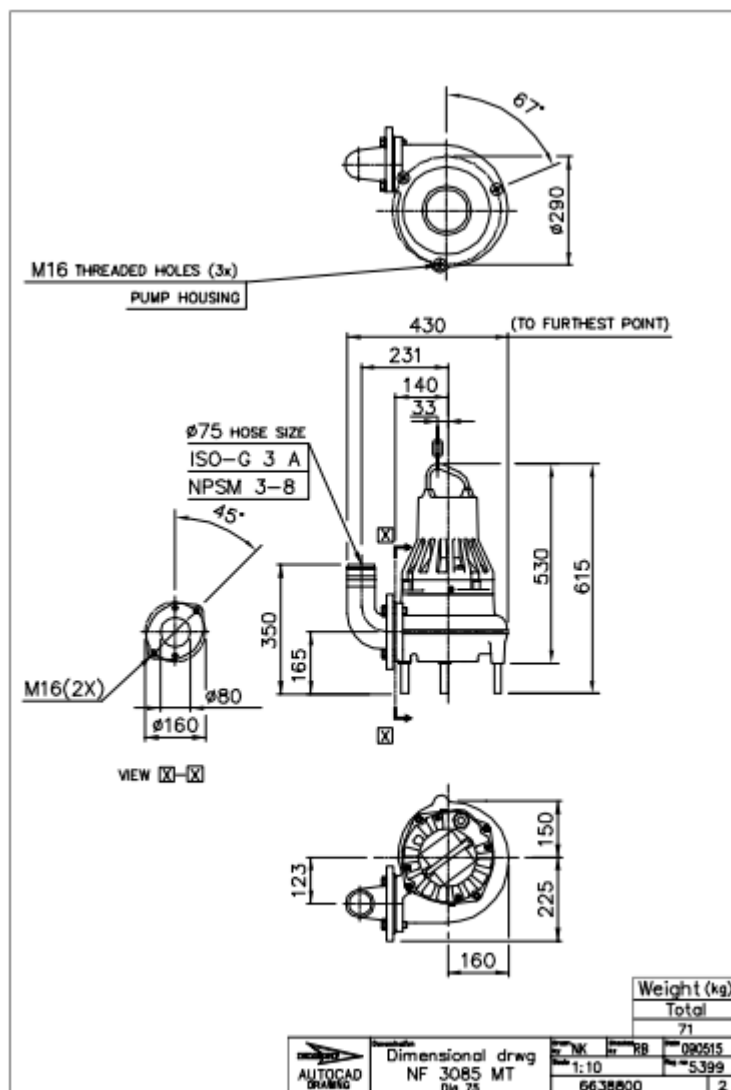


Figure 33: MT, F-installation

Figura N° XIII-8. Dimensiones normalizadas de la bomba escogida. Medidas en mm.

Tanto la Figura N° XIII-6, como así también la Figura N° XIII-7 y la Figura N° XIII-8, han sido extraídas de la página oficial de la empresa desarrolladora de la marca Flygt, es decir, Xylem Inc, llegando al informe de Especificaciones Técnicas tras solicitar más información en la documentación y herramientas de la bomba seleccionada y llegar a un buscador interactivo de documentos dentro de la

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>Página 180 de 237</p>			
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



plataforma, en el cual se debe filtrar según marca, segmento, serie, código, entre otros, para poder obtener lo requerido.

En el Plano N° 025 es posible observar las dimensiones de la estación de bombeo tanto en planta como en corte. A su vez, podrán apreciarse todos los accesorios que implica la existencia de la misma, es decir, tapas, perfiles, gancho de izaje, etc.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 181 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



XIII. G.- CÁLCULO ESTRUCTURAL

XIII. G. 1.- INTRODUCCIÓN

El cálculo estructural del proyecto fue realizado en base a las disposiciones recomendadas y exigidas por el cuerpo normativo, en este caso el reglamento utilizado fue el CIRSOC, emitido por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (I.N.T.I.). A su vez, en gran parte de la ejecución del presente apartado, se siguieron los procedimientos y expresiones detalladas por el profesor Ing. Carlos Larsson en su bibliografía titulada “Hormigón Armado y Pretensado”, más precisamente en el capítulo 18 de la misma, en el cuál se expone lo que respecta a “Losas”, como así también, se ha hecho uso de herramientas proporcionadas en diferentes cátedras cursadas a lo largo de la carrera. Cabe destacar que el libro mencionado se ajusta a lo que dispone el reglamento CIRSOC.

A continuación se presenta el desarrollo del cálculo correspondiente a la estructura de la cámara de bombeo.

XIII. G. 2.- DEPÓSITOS RECTANGULARES

XIII. G. 2. a.- Disposiciones generales

El hormigón armado constituye un material idóneo para la construcción de depósitos de almacenamiento de cualquier tipo de líquido, ya que presenta ciertas ventajas respecto a otros materiales, como ser su facilidad para ser moldeado, bajo costo, gran durabilidad y mantenimiento económico. Más allá de sus características favorables mencionadas, presenta un problema que es necesario destacar y abordar en el proyecto de depósitos, que es su estanqueidad y consecuente variación volumétrica, por lo que será preciso emplear hormigones impermeables y controlar la fisuración mediante un diseño y armado convenientes.

Los depósitos del tipo rectangular son utilizados frecuentemente en obras de pequeñas y mediana importancia, y además se pueden clasificar en tanque

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 182 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



enterrados o tanques elevados mediante una estructura apropiada. En el presente Trabajo Final se dispondrá un tanque rectangular enterrado en el suelo.

En el diseño de los mismos, se debe tener en cuenta ciertos factores importantes:

- El líquido a almacenar: Ya que no tiene la misma implicancia si se trata de agua potable o de efluentes cloacales, siendo los segundos mucho más agresivos. Para ello se debe contemplar la utilización de hormigones compactos, con una baja relación agua/cemento correctamente vibrados. Para evitar procesos de fisuración en el hormigón, se limita la misma a $w = 0,1$ mm debido a que las estructuras estarán en contacto con agentes agresivos.
- El terreno de cimentación deberá tener características semejantes y uniformes, de modo de evitar posibles asentamientos diferenciales. Se deberá realizar un correcto estudio de suelos para poder determinar las propiedades del suelo en el lugar de estudio, siendo de vital importancia la determinación del nivel freático.
- En estructuras que superen los 15 m en su lado mayor, se deberá considerar la implementación de juntas de dilatación tanto en las soleras como también en las paredes.

A su vez, considero necesario destacar algunas observaciones y medidas adoptadas para llevar a cabo el diseño y cálculo del depósito que alojará las bombas del proyecto:

- Para efectuar el cálculo, no se ha tenido en cuenta el esfuerzo sísmico, ya que la zona en estudio corresponde a una región de muy baja, prácticamente nula, actividad sísmica.
- Se ha considerado un suelo de grano fino tipo ML, es decir, limo de baja plasticidad, según SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos).

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 183 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



- Se consideró solo un estrato del mismo.
- Se adoptaron valores en lo que respecta a densidad y ángulo de fricción del suelo del lugar, basándose en datos de estudios de suelos de zonas aledañas, debido al costo que representa llevar a cabo uno.
- Debido a la geometría del tanque, las paredes han sido calculadas como losas armadas en una dirección, considerando las condiciones de apoyo más desfavorables.
- A la losa de fondo se la consideró simplemente apoyada, ya que genera mayores esfuerzos que considerada doblemente empotrada.
- No se consideraron las verificaciones a Estados Límites de Servicio, tales como fisuración, deformación, entre otras, ya que al respetar los lineamientos dimensionales y de separación de armadura, estos se cumplen implícitamente.

XIII. G. 2. a. i.- Cargas a soportar

Las hipótesis de carga que se deben considerar al momento de realizar el análisis estructural de los depósitos son:

- Empuje de tierras con el depósito vacío: siempre y cuando el depósito se encuentre enterrado, se deben determinar los esfuerzos en las paredes producidos por la acción del suelo; siendo los esfuerzos en la solera los más difíciles de determinar debido ya que la distribución de esfuerzos sobre el terreno no es uniforme. Si se considera necesario, se puede realizar un mejoramiento del suelo en la zona de asiento.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

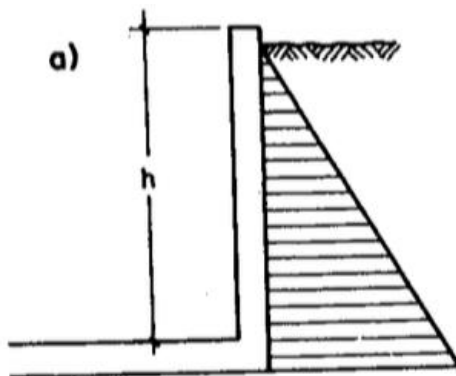


Figura N° XIII-9. Empuje de suelo con depósito vacío.

- Presión hidrostática sin empuje de tierras: se deben determinar los esfuerzos producidos en las paredes del depósito debido a la presencia de agua.

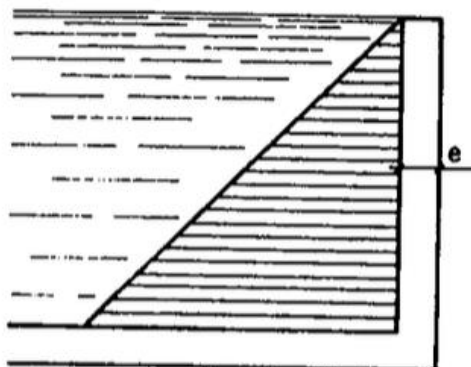


Figura N° XIII-10. Presión hidrostática sin empuje de tierras.

La Figura N° XIII-9 y la Figura N° XIII-10, han sido extraídas de una versión digital de la bibliografía de Pedro Jiménez Montoya titulada “Hormigón Armado”.

XIII. G. 2. b.- Muros del depósito

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



XIII. G. 2. b. i.- Dimensionado

Generalmente, las paredes de los depósitos se diseñan con un espesor constante, de modo de facilitar su ejecución. Para el mismo, se puede considerar como válido tomar como espesor un 10% de la altura del depósito, siempre y cuando no sea inferior a 0,20 m, a fin de poder colar el hormigón correctamente. A su vez, según el American Concrete Institute (ACI), si la altura del depósito es mayor a 3 m, el espesor de las paredes deberá ser mayor a 30 cm. El espesor de la solera debe ser mayor o igual que el espesor de las paredes.

El cálculo de los esfuerzos es un proceso, pero existen métodos simplificados que arrojan resultados positivos.

Las paredes del depósito, tal como ha sido aclarado en el apartado “Disposiciones generales”, han sido calculadas como losas armadas en una dirección. Las mismas estarán sometidas a cargas triangulares, debidas al empuje tanto del suelo (en condición vacío) o del agua (en condición lleno). Una vez obtenidos los esfuerzos, se procede a determinar las armaduras.

XIII. G. 2. b. ii.- Determinación de los esfuerzos de tracción y empujes

Corresponde a los esfuerzos originados en las paredes de los depósitos como consecuencia del empuje ejercido por el suelo sobre las paredes, como así también a la presión hidrostática ejercida por el agua. Los subíndices “e” y “w”, hacen referencia al suelo y al agua respectivamente. Los esfuerzos y los empujes se calculan mediante las siguientes expresiones.

$$\sigma_e = K_a \times \gamma_{\text{suelo}} \times h$$

Ecuación XIII-16

$$E_e = \frac{\sigma_e \times H_t}{2}$$

Ecuación XIII-17

$$\sigma_w = \gamma_{\text{agua}} \times H_w$$

Ecuación XIII-18

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 186 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



$$E_w = \frac{\sigma_w \times H_w}{2}$$

Ecuación XIII-19

Donde:

- σ_e : tensión en la pared producida por el suelo.
- γ_{suelo} : peso específico del suelo.
- h : altura del estrato.
- E_e = empuje sobre la pared ejercido por el suelo.
- H_t = altura total del depósito.
- σ_w : tensión en la pared producida por el agua.
- γ_{agua} : peso específico del agua.
- H_w = altura del pelo de agua.
- E_e = empuje sobre la pared ejercido por el agua.

A su vez, se debió calcular brazo de palanca, que corresponde a la distancia al punto en donde se supone estaría ubicada la resultante de las fuerzas. El cálculo del mismo, se realizó haciendo uso de la fórmula expresada a continuación:

$$b_r = \frac{Ht}{3} - e_m$$

Ecuación XIII-20

XIII. G. 2. b. iii.- Determinación de momentos y cortes solicitantes

Previo a proceder al cálculo, es necesario determinar la condición de apoyo que presenta cada pared según el eje en estudio.

Alrededor del eje X, se encuentran simplemente apoyadas, por lo que las expresiones para calcular el momento y el corte, serán:

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



$$M_x = \frac{(1,4 \times q) \times l^2}{8} \quad \text{Ecuación XIII-21}$$

$$V_x = \frac{(1,4 \times q) \times l}{2} \quad \text{Ecuación XIII-22}$$

Para el cálculo de estas últimas, se ha tomado como “q” el valor de las tensiones “ σ ”.

Como en esta dirección, tal como dijimos, la losa se encuentra simplemente apoyada, para mayor simplicidad en el análisis, se la considera como una viga de largo unitario, por lo que “l” será el ancho de influencia “ b_w ”.

Alrededor del eje Y, se encuentran empotradas, por lo que las expresiones para calcular el momento y el corte, serán:

$$M_y = (1,4 \times q) \times b_r \quad \text{Ecuación XIII-23}$$

$$V_y = (1,4 \times q) \quad \text{Ecuación XIII-24}$$

En este caso, en el cálculo, “q” será la fuerza de empuje “E”.

Tanto en Ecuación XIII-21, como así también en Ecuación XIII-22, Ecuación XIII-23 y Ecuación XIII-24, es posible ver que la carga “q” se encuentra afectada por un coeficiente 1,4, lo cual corresponde a un factor de mayoración, convirtiéndola en Carga Última.

Cabe destacar que se deberá realizar el cálculo en ambas direcciones en las dos condiciones que se plantea su estudio, es decir, considerando las dos fuerzas que actúan sobre las paredes según cada una. En la condición vacío, la fuerza será la ejercida por el suelo; mientras que en la condición lleno, el empuje será realizado por el agua.

Por lo tanto, se obtendrá Momento en X debido a la tensión ejercida por el suelo (M_{xe}), Momento en X debido a la tensión ejercida por el agua (M_{xw}), Corte

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 188 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



en X por la tensión ejercida por el suelo (V_{xe}), Corte en X por la tensión ejercida por el agua (V_{xw}), Momento en Y debido al empuje del suelo (M_{ye}), Momento en Y debido al empuje del agua (M_{yw}), Corte en Y por el empuje de suelo (V_{ye}) y Corte en Y por el empuje del agua (V_{yw}).

Finalmente, de todos estos valores, se deberá elegir el mayor en cada dirección, obteniendo así las solicitaciones últimas en X e Y, tanto de Momento como de Corte.

XIII. G. 2. b. iv.- Cálculo de armaduras

Una vez que se han determinado las solicitaciones últimas en cada dirección, se procederá a calcular las armaduras en cada una de ellas, haciendo uso de las siguientes expresiones en ambos casos:

$$f_c^* = 0,85 \times f'_c \quad \text{Ecuación XIII-25}$$

$$f'_c = 25MPa \leq 30MPa \Rightarrow \beta_1 = 0,85$$

$$k_{a \text{ mín}} = \frac{1,4}{f_c^*} \quad \text{Ecuación XIII-26}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} \quad \text{Ecuación XIII-27}$$

$$m_n = \frac{M_n}{f_c^* \times b \times d^2} \quad \text{Ecuación XIII-28}$$

$$k_a = 1 - \sqrt{1 - 2 \times m_n} \quad \text{Ecuación XIII-29}$$

$$k_{a \text{ máx}} = k_c \times \beta_1 \quad \text{Ecuación XIII-30}$$

$$A_s = \frac{k_{a \text{ mín}} \times f_c^* \times b \times d}{f_y} \quad \text{Ecuación XIII-31}$$

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 189 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



$$A_{min} = \rho \times b \times d$$

Ecuación XIII-32

$$A_{adop} = \frac{\pi \times (\phi^2)}{4} \times \left(\frac{100}{S} + 1 \right)$$

Ecuación XIII-33

Siendo:

- f_c^* = tensión de compresión de bloque uniforme en el H° .
- f'_c = resistencia especificada a la compresión del H° .
- β_1 = factor que relaciona la altura del bloque de tensiones de compresión rectangular equivalente con la profundidad del eje neutro. Depende del hormigón que se emplee. En este caso, como $f_c < 30 \text{ MPa}$, este factor es igual a 0,85.
- $k_{a \text{ mín}}$ = cuantía mecánica mínima.
- M_n = momento nominal.
- M_u = momento último según dirección analizada.
- ϕ = factor de reducción de resistencia. En este caso: 0,9
- m_n = momento nominal adimensional.
- b = ancho de influencia.
- d = altura efectiva = $e_m - r_p - \frac{\phi}{2}$
- k_a = cuantía mecánica necesaria.
- $k_{a \text{ máx}}$ = cuantía mecánica máxima.
- k_c = relación entre la posición del eje neutro con respecto la fibra comprimida más alejada y altura útil de viga.
- A_s = armadura a flexión.
- f_y = tensión de fluencia del acero.
- A_{min} = armadura mínima.
- ρ = cuantía mínima.
- $b = b_w$
- A_{adop} = armadura adoptada.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>Página 190 de 237</p> <p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



- $\phi = \text{diametro de barras propuestas.}$
- $S = \text{separación propuesta.}$

Como es posible de observar en el cálculo de A_{adop} , a la expresión que contiene la Separación de las barras, se le suma una unidad a la cantidad de espacios correspondiente al estribo.

Se debe verificar que la $A_{\text{adop}} > A_{\text{min}}$ y que, a su vez, $A_{\text{adop}} \geq A_s$.

XIII. G. 2. b. v.- Verificación al corte

Esta comprobación debe realizarse para confirmar si la sección es capaz de resistir al esfuerzo cortante.

Para ello se deberá cumplir que $V_u < \Phi \times V_c$, siendo:

- V_u : valor máximo de corte en ambas direcciones.
- Φ : factor de reducción de resistencia a corte = 0,75.
- $V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{f'c} \times b_w \times d$; con $f'c$: resistencia del hormigón utilizado para la obra.

Haciendo uso de estas expresiones, se procedió a realizar la verificación de la siguiente manera, tal como permite el reglamento CIRSOC 201:

$$\Phi v_c = 0,75 \times \frac{\sqrt{f'c}}{6} > v_u = \frac{V_u}{b_w \times d}$$

XIII. G. 2. c.- Losa de fondo o Solera

XIII. G. 2. c. i.- Análisis de carga

Para obtener la tensión o presión total que actúa sobre esta losa, se deberán sumar las cargas que tendrá que soportar, es decir, su peso propio y el líquido que contendrá el depósito.

Cada una de estas, a su vez, se calcula a través de las ecuaciones detalladas a continuación:

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 191 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



$$D_L = \gamma_{H^o} \times e_L \quad \text{Ecuación XIII-34}$$

$$\sigma_w = \gamma_{agua} \times H_w \quad \text{Ecuación XIII-35}$$

$$\sigma_{total} = D_L + \sigma_w \quad \text{Ecuación XIII-36}$$

Donde:

- D_L = peso propio de la losa.
- γ_{H^o} = peso específico del hormigón.
- e_L = espesor de la losa.
- σ_w = tensión producida en la losa de fondo por el líquido almacenado.
- γ_{agua} = peso específico del agua.
- H_w = altura de agua.
- σ_{total} = tensión total.

XIII. G. 2. c. ii.- Determinación de momentos y cortes solicitantes

De igual manera a lo realizado en el cálculo de los muros del depósito, es necesario determinar la condición de apoyo que presenta la losa según el eje en estudio.

En este caso, en ambas direcciones, se encuentra simplemente apoyada. Por lo tanto, las expresiones utilizadas para el cálculo de momentos y cortes solicitantes, serán:

$$M = \frac{(1,4 \times q) \times l^2}{8} \quad \text{Ecuación XIII-37}$$

$$V = \frac{(1,4 \times q) \times l}{2} \quad \text{Ecuación XIII-38}$$

Donde:

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 192 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



- 1,4: es el factor de mayoración de la carga.
- q: en este caso, será la tensión total actuante sobre la losa, es decir, σ_{total} .
- l: será la medida de la losa según la dirección que se esté analizando.

Como la tensión o presión total, incluye los esfuerzos que se deberá soportar la losa de fondo, y al encontrarse mayorada para el cálculo de momentos y cortes, los valores obtenidos corresponden a las solicitaciones de estado límite últimas.

XIII. G. 2. c. iii.- Cálculo de armaduras

Con los valores de las solicitaciones últimas obtenidos, nos encontramos en condiciones de proceder al cálculo de las armaduras correspondientes. El mismo, ha sido llevado a cabo de la misma manera que la descrita en el apartado XIII. G. 2. b. iv.- del presente informe.

XIII. G. 2. c. iv.- Verificación al corte

Esta importante comprobación ha sido desarrollada de igual manera a lo detallado en el apartado XIII. G. 2. b. v.- del corriente.

Seguidamente, al igual que en gran parte del apartado XIII, se adjuntan figuras que corresponden a capturas realizadas a la planilla de cálculo efectuada en las que se reflejan los resultados obtenidos en cada caso.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 193 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



1. CÁLCULO MUROS DE ESTACIÓN DE BOMBEO

1.1. - Datos del tabique

Altura total	H_t	4,70	[m]
Ancho de influencia	b_w	1,80	[m]
Espesor muro	e_m	30	[cm]
Recubrimiento pared	r_p	5	[cm]
Diámetro de la armadura	ϕ	12	[mm]
Altura efectiva	d	24,40	[cm]
Hormigón	$f'c$	250	[kg/cm ²]
		25	[MPa]
Factor	β_1	0,85	
Acero	f_y	4200	[kg/cm ²]
		420	[MPa]
Reborde agua	h	30	[cm]
Espesor losa de fondo	e_l	30	[cm]
Altura de pelo de agua	H_w	4,1	[m]

Figura N° XIII-11. Planilla de Cálculo Estructural.

1.2. - Análisis de carga

1.2.1 - Empuje de suelo - E

Profundidad de excavación	H	4,70	[m]
Ancho de influencia	b_v	1,00	[m]
Sobrecarga	q	0	[t/m ²]
Profundidad de nivel freático	nf	-	[m]
Sin NF			

Estratos de suelo

Estrato	Altura del estrato h [m]	Tipo de Suelo	Peso específico γ_{suelo} [t/m ³]	Á. de fricción φ°	Coef. Emp. Activo - K_a
1	4,70	ML	2,00	30	0,33

Tensión	σ_e	3,13	[t/m ²]
Empuje de suelo	E_e	7,36	[t]
Brazo de palanca	br	1,27	[m]

1.2.2 - Empuje de agua - W

Peso específico del agua	γ_w	1,00	[t/m ³]
Tensión	σ_w	4,1	[t/m ²]
Empuje de agua	E_w	8,41	[t]
Brazo de palanca	br	1,27	[m]

Figura N° XIII-12. Planilla de Cálculo Estructural.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>Página 194 de 237</p> <p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



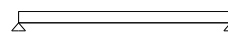
1.3. - Combinaciones de carga

Combinación 1	C1	1,40	E
Combinación 2	C2	1,40	W

1.4. - Solicitaciones

Momento alrededor del eje X - Simplemente apoyada

Momento en Y - Suelo	M_{y_e}	1,78	[tm]
Momento en Y - Agua	M_{y_w}	2,32	[tm]
Corte en X - Suelo	V_{x_e}	3,95	[t]
Corte en X - Agua	V_{x_w}	5,17	[t]



1.5. - Solicitaciones Estados Límites Últimos

Máximo corte en X	V_{u_x}	5,17	[t]
-------------------	-----------	------	-----

Figura N° XIII-13. Planilla de Cálculo Estructural.

1.6. - Cálculo de la armadura a flexión E. L. U.

Momento alrededor del eje X - Armadura Horizontal

Tensión de compresión	f'_c	21,25	[MPa]	
Factor	β_1	0,85		
Cuantía mecánica mínima	$k_{a_{min}}$	0,06588		
Momento nominal	M_n	2,58	[tm]	
Momento nominal adimensional	m_n	0,01134		
Cuantía mecánica necesaria	k_a	0,01141		
Cuantía adoptada	k_{amin}	0,06588	$k_a < k_{amin}$	
Cuantía mecánica máxima	$k_{a_{max}}$	0,31875	$k_{a_{max}} > k_a$	Verifica
Armadura a flexión	A_s	8,13	[cm ² /m]	
Armadura mínima	A_{min}	4,39	[cm ² /m]	Verifica
Armadura adoptada	A_{adop}	1 ϕ 12 c/ 13 8,70	[cm ² /m]	Verifica

Figura N° XIII-14. Planilla de Cálculo Estructural.

1.7. - Verificación a corte E. L. U.

ϕ_{vc}	15,25	[t/m ²]	
v_{u_x}	5,17	[t/m ²]	Verifica

Figura N° XIII-15. Planilla de Cálculo Estructural.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>Página 195 de 237</p> <p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



2. CÁLCULO DE LOSA DE FONDO - SOLERA DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO

2.1. - Datos de la losa

Ancho de losa de fondo	B	1,20	[m]
Largo de losa de fondo	L	1,50	[m]
Espesor losa de fondo	e_L	30	[cm]
Recubrimiento losa de fondo	r_p	5	[cm]
Diámetro de la armadura	ϕ	12	[mm]
Altura efectiva	d	24,40	[cm]
Altura total estación	H_t	4,70	[m]
Altura de agua	H_w	4,10	[m]
Espesor muro	e_m	30	[cm]
Hormigón	$f'c$	250	[kg/cm ²]
		25	[MPa]
Factor	β_1	0,85	
Acero	f_y	4200	[kg/cm ²]
		420	[MPa]

Figura N° XIII-16. Planilla de Cálculo Estructural.

2.2. - Análisis de carga

2.2.1 - Peso Propio (D)

Peso propio de la losa	D_L	0,72	[t/m ²]
------------------------	-------	------	---------------------

2.2.1 - Carga del Agua (W)

Peso específico del agua	γ_w	1,00	[t/m ³]
Tensión	σ_w	4,1	[t/m ²]
Tensión total	σ_{tot}	4,82	[t/m ²]

2.3. - Combinaciones de carga

Combinación 1	C1	1,40	(D + W)
---------------	----	------	-----------

Figura N° XIII-17. Planilla de Cálculo Estructural.

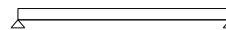
Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>Página 196 de 237</p> <p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



2.4. - Solicitaciones

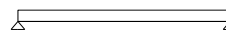
Momento alrededor del eje X - Simplemente apoyada

Momento extremo en X	Mx	1,21	[tm]
Corte en X	Vx	5,06	[t]



Momento alrededor del eje Y - Simplemente apoyada

Momento en Y	My	1,90	[tm]
Corte en Y	Vy	4,05	[t]



2.5. - Solicitaciones Estados Límites Últimos

Máximo momento en X	Mu _x	1,21	[tm]
Máximo momento en Y	Mu _y	1,90	[tm]
Máximo corte en X	Vu _x	5,06	[t]
Máximo corte en Y	Vu _y	4,05	[t]

Figura N° XIII-18. Planilla de Cálculo Estructural.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 197 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



2.6. - Cálculo de la armadura a flexión E. L. U.

Momento alrededor del eje X - Armadura Horizontal

Tensión de compresión	f_c^*	21,25	[MPa]	
Factor	β_1	0,85		
Cuantía mecánica mínima	$k_{a_{min}}$	0,06588		
Momento nominal	Mn	1,35	[tm]	
Momento nominal adimensional	mn	0,00889		
Cuantía mecánica necesaria	k_a	0,00893		
Cuantía adoptada	k_{amin}	0,06588	$k_a > k_{amin}$	
Cuantía mecánica máxima	$k_{a_{max}}$	0,31875	$k_{a_{max}} > k_a$	Verifica
Armadura a flexión	As	9,76	[cm ² /m]	
Armadura mínima	A_{min}	4,39	[cm ² /m]	Verifica
Armadura adoptada	A_{adop}	1 ϕ 12 c/ 12		
		10,56	[cm ² /m]	Verifica

Momento alrededor del eje Y - Armadura Vertical

Tensión de compresión	f_c^*	21,25	[MPa]	
Factor	β_1	0,85		
Cuantía mecánica mínima	$k_{a_{min}}$	0,06588		
Momento nominal	Mn	2,11	[tm]	
Momento nominal adimensional	mn	0,01111		
Cuantía mecánica necesaria	k_a	0,01117		
Cuantía adoptada	k_{amin}	0,06588	$k_a < k_{amin}$	
Cuantía mecánica máxima	$k_{a_{max}}$	0,31875	$k_{a_{max}} > k_a$	Verifica
Armadura a flexión	As	12,20	[cm ² /m]	
Armadura mínima	A_{min}	4,39	[cm ² /m]	Verifica
Armadura adoptada	A_{adop}	1 ϕ 12 c/ 10		
		12,44	[cm ² /m]	Verifica

2.7. - Verificación a corte E. L. U.

ϕ_{vc}	62,50	[t/m ²]	
v_{u_x}	17,28	[t/m ²]	Verifica
v_{u_y}	11,06	[t/m ²]	Verifica

Figura N° XIII-19. Planilla de Cálculo Estructural.

La disposición de las armaduras de la estación de bombeo podrán observarse de manera detallada en el Plano N° 026.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>Página 198 de 237</p> <p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



XIV. CÓMPUTO Y PRESUPUESTO

XIV. A.- INTRODUCCIÓN

En el presente apartado se desarrolla uno de los puntos de mayor relevancia a la hora de realizar cualquier proyecto, el cómputo y presupuesto. Este, tiene por objetivo establecer el costo aproximado de la obra, determinar los materiales y cantidades necesarias para su ejecución. El personal a cargo de realizar esta tarea tiene una responsabilidad muy grande ya que un mal cómputo representa pérdidas económicas a los encargados de la obra. Por eso, para realizar un buen trabajo, es necesario que el personal a cargo tenga un buen acceso a los planos, pliegos y consultando constantemente los cambios que se pueden producir en el proyecto.

Una vez que se conocen los materiales y las cantidades de los mismos, se confecciona el presupuesto de obra agregando los costos a cada uno de estos, lo cual permite tener un cómputo anticipado del costo de una obra o de los gastos que implica un determinado proyecto. A este precio se le debe agregar dos porcentajes, uno de ellos para los imprevistos que pueden surgir en la obra y otro para las ganancias del proyectista o encargado de la obra.

Debido a la naturaleza de este Trabajo Final, sólo se detalla el cómputo métrico de los principales materiales empleados en el proyecto; otros materiales, tareas, herramientas y mano de obra a utilizar se excluyeron, dado a que es necesario un análisis mucho más detallado.

Para poder llevar a cabo su desarrollo de una manera más clara, se presentan por separado cada uno de los apartados a computar (red de agua, red de cloaca, análisis hidrológico y estación de bombeo).

XIV. B.- RED DE AGUA

Para llevar a cabo el cómputo y presupuesto de este ítem, se tuvo en cuenta las siguientes actividades y materiales. Las cuales son las más importantes y las que más incidencia tendrán en el precio final.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 200 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



- Caño de diámetro 63 mm
- Excavación de suelo
- Acarreo
- Unión por Termofusión
- Accesorios: T y codos 90°
- Prueba hidráulica

En la Tabla N° XIV-1 se presentan todos los resultados computados.

Tabla N° XIV-1. Cómputo y presupuesto Red de agua

COMPUTO MÉTRICO Y PRESUPUESTO - RED DE AGUA					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario [\$]	Total [\$]
1	CAÑOS				
	Caño 63 - PEAD - Clase 10	m	2784	\$ 65,52	\$ 182.407,68
2	EXCAVACIÓN				
	Excavación de suelo	m ³	2505	\$ 375,00	\$ 939.375,00
3	ACARREO, COLOCACIÓN				
	Acarreo, colocación, cama de arena, tapada y compactación y limpieza - Ø63-200m	m ³	2505	\$ 329,85	\$ 826.274,25
	Unión por Termofusión	m	2784	\$ 9,60	\$ 26.726,40
4	ACCESORIOS				
	Accesorio: T	Unidad	11	\$ 2.535,00	\$ 27.885,00
	Accesorio: Codos 90°	Unidad	7	\$ 505,44	\$ 3.538,08
5	PRUEBA HIDRÁULICA				
	Prueba hidráulica y desinfección de cañería	m	2784	\$ 18,10	\$ 50.390,40

SUB TOTAL 1 [\$] = \$ 2.056.596,81

XIV. C.- RED DE CLOACA

En lo que respecta a la red de cloacas se detalla a continuación las tareas y materiales más importantes que se necesitan. En la Tabla N° XIV-2 se pueden ver los valores obtenidos.

- Caños de PVC, diámetro 160.
- Excavación
- Acarreo y colocación
- Boca de registro

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>Página 201 de 237</p>			
<p>DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



- Prueba hidráulica

Tabla N° XIV-2. Cómputo y presupuesto Red colectora cloacal

COMPUTO MÉTRICO Y PRESUPUESTO - RED COLECTORA CLOACAL					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario [\$]	Total [\$]
1	CAÑOS				
	Caño PVC 160 - Clase 3	m	2564	\$ 236,00	\$ 605.104,00
2	EXCAVACIÓN				
	Excavación de suelo	m ³	2308	\$ 375,00	\$ 865.500,00
3	ACARREO, COLOCACIÓN				
	Acarreo, colocación, cama de arena, tapada y compactación	m ³	2308	\$ 329,85	\$ 761.293,80
4	BOCA DE REGISTRO				
	Boca de registro	Unidad	25	\$ 2.499,00	\$ 62.475,00
	Excavación de suelo	m ³	45	\$ 375,00	\$ 16.875,00
	aros de hormigón	Unidad	150	\$ 524,00	\$ 78.600,00
5	PRUEBA HIDRÁULICA				
	Prueba hidráulica	m	2564	\$ 18,10	\$ 46.408,40
SUB TOTAL 2 [\$] =					\$ 2.436.256,20

XIV. D.- HIDROLOGÍA

El apartado de hidrología hace referencia a la obra de atenuación del caudal pico luego de la urbanización, esta obra es la laguna de retención construida en el extremo sureste del loteo; y a la materialización de los cordones cuneta y bocas de calles para direccionar el agua.

Las tareas y materiales necesarios para computar esta parte del proyecto son:

- Movimiento de suelo
- Hormigón para elementos disipadores
- Cordón cuneta
- Boca de calle

En el anexo, la Tabla N° XIV-3, detalla las cantidades y precios necesarios.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 202 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla N° XIV-3. Cómputo y presupuesto Hidrología

COMPUTO MÉTRICO Y PRESUPUESTO - HIDROLOGÍA					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario [\$]	Total [\$]
1	LAGUNA				
	Movimiento de suelo	m ³	700	\$ 375,00	\$ 262.500,00
	Hormigón armado para vertedero	m ³	0,444	\$ 2.480,00	\$ 1.101,12
2	CORDÓN CUNETA				
	Movimiento de suelo	m ³	460	\$ 375,00	\$ 172.500,00
	Hormigón armado	m ³	460	\$ 2.480,00	\$ 1.140.800,00
3	BOCA DE CALLE				
	Movimiento de suelo	m ³	816	\$ 375,00	\$ 306.000,00
	Hormigón armado	m ³	816	\$ 2.480,00	\$ 2.023.680,00
SUB TOTAL 3 [\$] =					\$ 3.906.581,12

XIV. E.- ESTACIÓN DE BOMBEO

La construcción del loteo proyectado requiere una estación de bombeo de manera tal que el funcionamiento del sistema cloacal sea el adecuado, ya que todos los desechos recolectados de nuestra urbanización deben ser transportados hacia otra estación de bombeo y para ello es fundamental la existencia de la misma. De allí, los líquidos serán bombeados a la correspondiente planta de tratamientos, diseñada en el proyecto municipal de la red cloacal que servirá a la localidad existente de Chazón.

La Tabla N° XIV-4 adjuntada a continuación, detalla precisamente las acciones a llevar a cabo y los materiales requeridos para la construcción de la estación de bombeo con sus correspondientes valores.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Tabla N° XIV-4. Cómputo y presupuesto Estación de Bombeo

COMPUTO MÉTRICO Y PRESUPUESTO - ESTACIÓN DE BOMBEO					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario [\$]	Total [\$]
1	MOVIMIENTO DE SUELO				
	Trabajos preliminares	Gl	1	\$ 20.000,00	\$ 20.000,00
	Excavación de suelos para la construcción de la estructura, fundaciones y cimientos y retiro del material sobrante	m ³	12	\$ 2.820,00	\$ 33.840,00
2	OBRAS CIVILES				
	Hormigón armado H-25 para estructura	m ³	10,82	\$ 53.385,00	\$ 577.625,70
	Hormigón de limpieza H-13	m ³	1,16	\$ 16.015,50	\$ 18.577,98
	Revoque impermeable cementicio	m ²	12,5	\$ 57,22	\$ 715,25
3	EQUIPAMIENTO, CAÑERÍAS Y ACCESORIOS				
	Tapas de acceso y escalera	Unidad	2	\$ 51.459,00	\$ 102.918,00
	Provisión e instalación de 2 electrobombas Flygt de 6,94 l/s y altura manométrica de 6 m, incluido múltiple de aspiración e impulsión, válvulas, retenciones, junta antivibratoria, accesorios especiales para empalme y todo elemento necesario que sin estar explícitamente indicado en los planos y pliegos sea necesario para su correcto funcionamiento. Incluye mano de obra y prueba hidráulica.	Gl	2	\$ 290.375,80	\$ 580.751,60
	Tablero de comando, conexiones y automatismo, incluido todos los elementos necesarios para su correcto funcionamiento. El precio incluye mano de obra, instalación, puesta a tierra, arranque suave y prueba de funcionamiento.	Gl	1	\$ 282.438,00	\$ 282.438,00
	Provisión e instalación de rejas canasto, incluyendo accesorios.	Gl	1	\$ 123.896,00	\$ 123.896,00
SUB TOTAL 4 [\$] =				\$ 1.740.762,53	

XIV. F.- CAÑERÍA DE IMPULSIÓN

En este apartado, se detallan todas las tareas y materiales necesarios para llevar a cabo el transporte de los líquidos cloacales recolectados en el loteo desde la estación de bombeo proyectada en el presente Trabajo Final a la estación de la red cloacal de la localidad.

Es posible observar lo mencionado detalladamente en la Tabla N° XIV-5.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			
<p align="right">Página 204 de 237</p>			



Tabla N° XIV-5. Cómputo y presupuesto Cañería de Impulsión

COMPUTO MÉTRICO Y PRESUPUESTO - CAÑERÍA DE IMPULSIÓN					
N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario [\$]	Total [\$]
1	MOVIMIENTO DE SUELO				
	Excavación	m ³	199,8	\$ 428,30	\$ 85.574,34
	Cama de asiento y relleno	m	111	\$ 1.467,00	\$ 162.837,00
	Relleno y compactación de zanja con suelo natural de excavaciones hasta nivel de terreno natural.	m ³	239,76	\$ 932,00	\$ 223.456,32
2	CAÑERÍAS				
	Provisión, acarreo y colocación de cañerías de impulsión DN 160 y accesorios. Incluye accesorios, uniones, bridas, válvulas, juntas de desarme y accesorios.	m	111	\$ 986,00	\$ 109.446,00
3	DESAGÜE				
	Construcción de cámara de desagüe y limpieza, con la provisión y colocación de su correspondiente válvula y demás accesorios.	Unidad	1	\$ 43.596,00	\$ 43.596,00
4	CRUCE DE RUTA				
	Cruce de Ruta Provincial 4. Incluye cartelería, pozo de ataque, tuneleo, caño camisa, cámaras testigo, seguros, gestión VP, etc.	Gl	1	\$ 689.530,00	\$ 689.530,00

SUB TOTAL 5 [\$] = \$ 1.314.439,66

XIV. G.- RESULTADOS FINALES

Para finalizar, se establece que el presupuesto final de las principales actividades para llevar a cabo el proyecto es de **\$ 11.454.636,32**, con precios a la fecha, julio de 2020. Por lo que si en un futuro se concreta la obra los precios deberán ser actualizados.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 205 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



XV. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

XV. A.- INTRODUCCIÓN

La Evaluación de Impacto Ambiental reconoce implícitamente el hecho irrefutable de que cualquier actividad humana tiene efectos sobre el medio ambiente que podrán ser positivos o negativos.

“La Evaluación de Impacto Ambiental puede definirse como la identificación y la valoración de los impactos (efectos) potenciales de proyectos, planes programas o acciones normativas relativos a los componentes físico-químicos, bióticos, culturales y socioeconómicos del entorno” (Larry Canter)

Esta sección del Trabajo Final, consiste en desarrollar la evaluación de impacto ambiental de la obra a desarrollar.

El análisis de evaluación de impacto ambiental que se llevó a cabo para el proyecto, fue el desarrollo de la “Matriz de Leopold”, que más adelante se detallará y explicará el procedimiento realizado.

XV. B.- DATOS DEL PROYECTO

- Tipo de obra: Urbanización de un loteo en la Ciudad de Chazón.
- Ubicación: Ciudad de Chazón.
- Características generales: Desarrollo de una urbanización, en una superficie de 16 hectáreas. Con el correspondiente análisis hidrológico, trazado de calles, red de agua y cloacas.

XV. C.- CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO

Como se expresó con anterioridad, la obra se ubica en la Ciudad de Chazón, provincia de Córdoba, a las afueras del núcleo urbano, donde actualmente presenta un uso de suelo dedicado a la agricultura. Debido a esto el impacto visual que tendrá el proyecto es importante. Ya que, en un futuro no muy lejano, tendremos viviendas donde actualmente hay tierras dedicadas a la agricultura y ganadería.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 207 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Con respecto a la meteorología, las precipitaciones aproximadas en la ciudad son de 799 milímetros anuales, lo cual es un dato a tener en cuenta a la hora de realizar las excavaciones para que no se produzcan imprevistos que demoren la obra y requieran una mayor demanda de energía y tiempo. Además, el proyecto no debe afectar las condiciones hidrológicas de la cuenca.

El viento, es otro factor que hay que tener en cuenta, ya que este facilita la dispersión de los materiales volátiles de la obra.

XV. D.- IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO

Con el objetivo de que sea más fácil la comprensión y desarrollo, además de poder analizar de manera más detallada los impactos, se optó por dividir el proyecto en dos; etapa de construcción y etapa de operación. A su vez la etapa de construcción se subdivide en hidráulica, red de agua y cloaca.

A continuación, se enumerarán las diferentes acciones que causarán impactos en cada etapa.

- **ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

- ◆ **Hidráulica**

- Limpieza y desmonte del terreno
- Excavación
- Transporte de suelo
- Compactación
- Hormigonado
- Utilización de maquinaria
- Carga, descarga y transporte de material

- ◆ **Red de agua**

- Limpieza del terreno
- Excavación
- Acopio y descarga de material
- Transporte y acareo de material
- Perfilado y colocación de la cañería

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 208 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



- Prueba hidráulica
- Limpieza y desinfección
- ◆ Red de cloaca
 - Limpieza del terreno
 - Excavación
 - Acopio y descarga de material
 - Transporte y acareo de material
 - Perfilado y colocación de la cañería
 - Prueba hidráulica
 - Limpieza y desinfección
- ◆ Estación de bombeo
 - Limpieza del terreno
 - Excavación
 - Acopio y descarga de material
 - Transporte y acareo de material
 - Perfilado y colocación de la cañería
 - Prueba hidráulica
 - Limpieza y desinfección
 - Tránsito vehicular
 - Operación
- ETAPA DE OPERACIÓN
 - Tránsito vehicular
 - Generación de RSU (Residuos Sólidos Urbanos)
 - Generación de residuos cloacales
 - Generación de viviendas
 - Generación de espacios verdes
 - Generación de ruido

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 209 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



XV. E.- MATRIZ DE LEOPOLD

Tal como se dijo anteriormente, el método utilizado es la “Matriz de Leopold”. La matriz de Leopold es un método cualitativo de evaluación de impacto ambiental creado en 1971. Se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural. El sistema consiste en una matriz de información donde las columnas representan varias actividades que se hacen durante el proyecto (por ejemplo: extracción de tierras, incremento del tráfico, ruido, polvo, hormigonado, etc.) y en las filas se representan los parámetros o factores ambientales que son considerados (por ejemplo: aire, agua, geología, etc.). En la intersección entre ambas se encuentra un casillero dividido en dos a partir de una diagonal. En la parte superior izquierda del casillero se encuentra la magnitud del impacto y en la parte inferior derecha la importancia de este.

A la magnitud del impacto se le asignan valores que van de 1 a 4, siendo:

- 1 = puntual
- 2 = parcial
- 3 = extenso
- 4 = total

Mientras que la importancia se indica con una escala que va de 0 a 5 con respecto a la intensidad del mismo, siendo:

- 0 = impacto nulo
- 1 = impacto muy bajo
- 2 = impacto bajo
- 3 = impacto medio
- 4 = impacto alto
- 5 = impacto muy alto

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 210 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



En la Figura N° XV-1, se ve la disposición de los casilleros en la matriz.

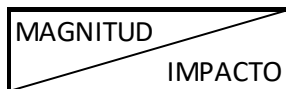


Figura N° XV-1. Casillero tipo

Por último, es importante especificar que se asignan dos colores, rojo para aquellos impactos negativos y verde para aquellos impactos positivos.

Las medidas de magnitud e importancia tienden a estar relacionadas, pero no necesariamente están directamente correlacionadas. Todo esto se lleva a cabo para tomar decisiones que disminuya el impacto en el medio ambiente. En el anexo Tabla N° XVIII-4 se puede ver la matriz de Leopold, para el proyecto en cuestión.

XV. F.- MEDIDAS DE MITIGACIÓN

A partir de todo lo analizado anteriormente se determinó que, en la etapa de construcción, la acción de limpieza y desmonte del terreno correspondiente a la parte hidráulica, es una de las acciones que más impacto negativo genera.

Analizando los diferentes parámetros nos encontramos que la contaminación acústica, producida por el ruido y vibraciones, es uno de los más afectados, con valores negativos muy altos. Se llama contaminación acústica al exceso de sonido que altera las condiciones normales del ambiente en una determinada zona. El ruido es entendiendo como un sonido excesivo y molesto. Algunas de las medidas mitigatorias para contrarrestar el alto impacto de dicho parámetro son:

- Protección auditiva: tapones auditivos, capacidad de reducir el ruido casi 20dB.
- Materiales absorbentes: atrapan ondas sonoras.
- Barreras acústicas: evitan la transmisión de ruido de un lado a otro.
- Verificar que los equipos y maquinas cuenten con silenciadores.
- Aislamientos: disipan las vibraciones y ondas sonoras.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 211 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



- Cuando se debe utilizar equipos muy sonoros se debe trabajar solo en jornada diurna y por periodos corto de tiempo.
- Establecer un único horario para la carga y descarga de materiales.
- Eliminar el uso innecesario de cornetas, bocinas y otros dispositivos que trabajan en el loteo.

Sin embargo, el parámetro que se ve más perjudicado, es la calidad del aire. Esto se da principalmente durante el desarrollo del loteo por los gases de combustión (producto de la combustión de gasolina, diésel o carbón) y el material particulado (polvo en suspensión). Como medidas de mitigación se propuso:

- Mantener húmedos los sitios de tránsito, mediante la utilización de un camión regador.
- Los frentes de obra del loteo deben estar demarcados con malla media sombra.
- Controlar que los vehículos, volquetas y maquinaria que transitan en la obra no lo hagan a más de 20 km/h.
- Controlar las emisiones atmosféricas generadas por la maquinaria y los equipos.
- Cubrir los materiales de construcción que se encuentren en el frente de la obra y protegerlos del viento y del agua.
- Implementar un sistema de lavado o limpieza de los neumáticos de los vehículos que salgan de la obra (con agua de lluvia) ya que el barrido superficial no es suficiente para el control de emisiones.
- Vehículos deben tener el control del ITV y aquellos que no lo requieren, deben mantener un control permanente para que no generen gases.

Tal como podrá apreciarse en la Matriz de Leopold, más precisamente en el apartado “Estación de Bombeo”, existen cuestiones que provocan un impacto negativo, tanto en su etapa de construcción como durante su operación, pero

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 212 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



resultan de menor magnitud debido a que en comparación con las demás etapas, constituye una parte pequeña de la obra total.

En pos de una etapa de operación lo menos ruidosa posible, se preverán juntas adecuadas y especiales, apoyos de goma o caucho y una revisión y mantenimiento periódico para corroborar que todo el mecanismo esté funcionando de manera adecuada.

Por último, y en contraposición de lo nombrado anteriormente hay ciertos parámetros que se ven beneficiados con la construcción del loteo, principalmente en el medio socio-económico, como son: aumento en la actividad económica, cambio en el modo de vida y cambio del valor de la tierra, entre otros.

XV. G.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Resulta imprescindible que tanto el personal trabajador como aquellos profesionales a cargo de la obra, hagan especial hincapié en estos aspectos y en el cumplimiento de las medidas de mitigación en pos de un menor impacto en el medio ambiente como así también en la sociedad que habita esta ciudad.

En la Figura N° XV-2 adjuntada a en subsiguiente, se representa un gráfico que muestra la evolución del impacto ambiental desde el momento en que comienza una obra, hasta su culminación.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Figura N° XV-2. Representación gráfica

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 214 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



XVI. CONCLUSIÓN

Como conclusión, podemos decir que se han cumplido con los objetivos planteados al comienzo, consiguiendo desarrollar el proyecto de una urbanización en su totalidad, brindando los servicios básicos y evitando problemas de inundaciones para un desarrollo pleno de los usuarios. Al mismo tiempo, se tomó el Trabajo Final como un desafío, ya que nunca nos habíamos encontrado con la posibilidad de llevar a cabo un proyecto de esta magnitud.

Para poder ejecutar el loteo, nos hemos encontrado con la necesidad de desarrollar la capacidad de trabajar desde diferentes disciplinas, abordar dudas y problemas desde distintas perspectivas; en este caso integrando materias como: Hidráulica I, Hidráulica II, Cálculo Estructural I, Ingeniería Sanitaria, Planeamiento y Urbanismo; encontrando conexiones entre ellas e interrelacionado conceptos.

Al mismo tiempo, se tomó conciencia de la importancia de nuestro accionar como futuros profesionales ya que nuestro trabajo es en busca de una mejora de la calidad de vida de la población intentando siempre preservar el medio ambiente en condiciones óptimas y causar el menor impacto posible en él.

Por ello, consideramos que poder realizar este trabajo nos brindó un marco de aproximación de lo que será nuestro futuro desempeño como ingenieros; como así también la satisfacción de poder hacer un cierre pertinente a lo estudiado y aprendido a lo largo de todos estos años.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 216 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



XVII.BIBLIOGRAFÍA

- CAAMAÑO NELLI, G.; DASSO C.M. 2003.Lluvias de diseño. Editorial Universitas. Córdoba, Argentina, 2003.
- CATALINI, CARLOS G. 2016. Modelos Hidráulicos - Cátedra Hidráulica I- Universidad Católica de Córdoba. Córdoba, Argentina: s.n., 2016.
- CHOW V. T. 1982. Hidráulica de Canales Abiertos. México: Editorial Diana, 1982.
- CHOW V. T. 1994. Hidrología aplicada. Santa Fe de Bogotá: McGRAW-HILL INTERAMERICANA S.A., 1994.
- ENGINEERS, US ARMY CORPS OF. 2013. Hydrologic Modeling System HEC-HMS. s.l.: Hydrologic Engineer Center, 2013.
- GANANCIAS, Facundo. 2010. MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, Mención en Recursos Hídricos. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba - Facultad de Ingeniería., 2010.
- GANANCIAS, FACUNDO. 2017. - Cátedra Hidráulica II- Universidad Católica de Córdoba. Córdoba, Argentina: s.n., 2017.
- MARTIN SCHMADKE, ÍTALO. 2017. - Cátedra Planeamiento y Urbanismo - Universidad Católica de Córdoba. Córdoba, Argentina: s.n., 2017.
- TUCCI, C E M. 1993. Hidrología Ciencia y Aplicación. Federal Do Rio Grande do Sul: Editora da Universidade, 1993.
- JIMÉNEZ MONTOYA, PEDRO. 2001. – Hormigón Armado. 14^{va} Edición.
- WIKIPEDIA. Fórmula de Hazen Williams. Valores para el coeficiente C.
- XYLEM. Especificaciones Técnicas de Bombas Flygt.

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 218 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



XVIII. ANEXO

XVIII. A.- TABLAS

XVIII. A. 1.- VERTEDERO

Tabla N° XVIII-1. Calculo de vertedero

y Tirante (m)	Cota Superior	Cota Inferior	Promedio de Cotas	Diferencia para calculo de area	Area [m ²]	Volumen [m ³]	Volumen [1000 m ³]	Q vertedero 1 [m ³ /s]	Q vertedero 2 [m ³ /s]	Q vertedero 3 [m ³ /s]	Q total [m ³ /s]
0	154,15	154,15	0,000		0	0	0,00				0,000
0,05	154,20	154,15	154,175	0,025	33,62	0,84	0,00	0,043			0,043
0,1	154,25	154,15	154,200	0,050	138,08	6,90	0,01	0,069			0,069
0,15	154,30	154,15	154,225	0,075	422,02	31,65	0,03	0,090			0,090
0,2	154,35	154,15	154,250	0,100	846,73	84,67	0,08	0,109			0,109
0,25	154,40	154,15	154,275	0,125	1412,24	176,53	0,18	0,127	0,087		0,214
0,3	154,45	154,15	154,300	0,150	2118,53	317,78	0,32	0,143	0,138		0,281
0,35	154,50	154,15	154,325	0,175	2965,61	518,98	0,52	0,159	0,181		0,340
0,4	154,55	154,15	154,350	0,200	3953,47	790,69	0,79	0,174	0,219		0,393
0,45	154,60	154,15	154,375	0,225	5023,06	1130,19	1,13	0,188	0,254		0,637
0,5	154,65	154,15	154,400	0,250	5950,72	1487,68	1,49	0,202	0,287		0,799
0,55	154,70	154,15	154,425	0,275	6571,71	1807,22	1,81	0,215	0,318		0,939
0,6	154,75	154,15	154,450	0,300	6853,29	2055,99	2,06	0,228	0,347		1,068
0,65	154,80	154,15	154,475	0,325	6992,00	2272,40	2,27				
0,7	154,85	154,15	154,500	0,350	6992,00	2447,20	2,45				

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



XVIII. A. 2.- VERIFICACIÓN DE CALLES

Tabla N° XVIII-2. Verificación hidráulica de calles

Cauce Calle 27 A-B (Tipo 1)					Cauce Calle 27 B-C (Tipo 1)				
y [m]	Q [m ³ /s]	Q TR 5 [m ³ /s]	Q TR 100 [m ³ /s]	V [m/s]	y [m]	Q [m ³ /s]	Q TR 5 [m ³ /s]	Q TR 100 [m ³ /s]	V [m/s]
0.01	0.00032935	0.013066	0.055943	0.06585626	0.01	0.0003	0.0212	0.0934	0.06585626
0.02	0.00209122	0.013066	0.055943	0.1045403	0.02	0.0021	0.0212	0.0934	0.1045403
0.03	0.00616563	0.013066	0.055943	0.13698654	0.03	0.0062	0.0212	0.0934	0.13698654
0.04	0.01327845	0.013066	0.055943	0.16594738	0.04	0.0133	0.0212	0.0934	0.16594738
0.05	0.02407542	0.013066	0.055943	0.19256488	0.05	0.0241	0.0212	0.0934	0.19256488
0.06	0.03914929	0.013066	0.055943	0.21745259	0.06	0.0391	0.0212	0.0934	0.21745259
0.07	0.05905392	0.013066	0.055943	0.2409882	0.07	0.0591	0.0212	0.0934	0.2409882
0.08	0.08212226	0.013066	0.055943	0.26066612	0.08	0.0821	0.0212	0.0934	0.26066612
0.09	0.10606958	0.013066	0.055943	0.27547033	0.09	0.1061	0.0212	0.0934	0.27547033
0.1	0.13061391	0.013066	0.055943	0.28703264	0.10	0.1306	0.0212	0.0934	0.28703264
0.11	0.15558359	0.013066	0.055943	0.29632203	0.11	0.1556	0.0212	0.0934	0.29632203
0.12	0.21899609	0.013066	0.055943	0.33950303	0.12	0.2190	0.0212	0.0934	0.33950303
0.13	0.29068056	0.013066	0.055943	0.37995025	0.13	0.2907	0.0212	0.0934	0.37995025
0.14	0.37013974	0.013066	0.055943	0.41821384	0.14	0.3701	0.0212	0.0934	0.41821384
0.15	0.45696835	0.013066	0.055943	0.45467271	0.15	0.4570	0.0212	0.0934	0.45467271
0.16	0.44558023	0.013066	0.055943	0.38871205	0.16	0.4456	0.0212	0.0934	0.38871205
0.17	0.55376166	0.013066	0.055943	0.42391647	0.17	0.5538	0.0212	0.0934	0.42391647
0.18	0.67108687	0.013066	0.055943	0.45767396	0.18	0.6711	0.0212	0.0934	0.45767396
0.19	0.79719499	0.013066	0.055943	0.49018969	0.19	0.7972	0.0212	0.0934	0.49018969
0.2	0.93177345	0.013066	0.055943	0.52162233	0.20	0.9318	0.0212	0.0934	0.52162233
0.21	1.07454749	0.013066	0.055943	0.55209785	0.21	1.0745	0.0212	0.0934	0.55209785
0.22	1.22527273	0.013066	0.055943	0.58171833	0.22	1.2253	0.0212	0.0934	0.58171833
0.23	1.38372961	0.013066	0.055943	0.61056798	0.23	1.3837	0.0212	0.0934	0.61056798
0.24	1.54971922	0.013066	0.055943	0.63871733	0.24	1.5497	0.0212	0.0934	0.63871733
0.25	1.72306006	0.013066	0.055943	0.66622616	0.25	1.7231	0.0212	0.0934	0.66622616
0.26	1.90358544	0.013066	0.055943	0.69314574	0.26	1.9036	0.0212	0.0934	0.69314574
0.27	2.09114149	0.013066	0.055943	0.71952043	0.27	2.0911	0.0212	0.0934	0.71952043
0.28	2.28558546	0.013066	0.055943	0.74538897	0.28	2.2856	0.0212	0.0934	0.74538897
0.29	2.48678433	0.013066	0.055943	0.77078545	0.29	2.4868	0.0212	0.0934	0.77078545
0.3	2.6946137	0.013066	0.055943	0.79574004	0.30	2.6946	0.0212	0.0934	0.79574004
0.31	2.90895684	0.013066	0.055943	0.82027963	0.31	2.9090	0.0212	0.0934	0.82027963
0.32	3.12970382	0.013066	0.055943	0.84442832	0.32	3.1297	0.0212	0.0934	0.84442832
0.33	3.35675089	0.013066	0.055943	0.86820779	0.33	3.3568	0.0212	0.0934	0.86820779
0.34	3.58999983	0.013066	0.055943	0.89163766	0.34	3.5900	0.0212	0.0934	0.89163766
0.35	3.82935745	0.013066	0.055943	0.91473577	0.35	3.8294	0.0212	0.0934	0.91473577
0.36	4.07473514	0.013066	0.055943	0.93751837	0.36	4.0747	0.0212	0.0934	0.93751837
0.37	4.32604849	0.013066	0.055943	0.96000032	0.37	4.3260	0.0212	0.0934	0.96000032
0.38	4.58321691	0.013066	0.055943	0.98219529	0.38	4.5832	0.0212	0.0934	0.98219529
0.39	4.84616335	0.013066	0.055943	1.00411586	0.39	4.8462	0.0212	0.0934	1.00411586
0.4	5.11481401	0.013066	0.055943	1.02577363	0.40	5.1148	0.0212	0.0934	1.02577363
0.41	5.38909812	0.013066	0.055943	1.04717937	0.41	5.3891	0.0212	0.0934	1.04717937
0.42	5.66894768	0.013066	0.055943	1.06834306	0.42	5.6689	0.0212	0.0934	1.06834306
0.43	5.95429732	0.013066	0.055943	1.08927399	0.43	5.9543	0.0212	0.0934	1.08927399
0.44	6.24508407	0.013066	0.055943	1.10998084	0.44	6.2451	0.0212	0.0934	1.10998084
0.45	6.54124723	0.013066	0.055943	1.13047169	0.45	6.5412	0.0212	0.0934	1.13047169

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p align="center">DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			



Cauce Calle 27 C-D (Tipo 1)				
y [m]	Q [m3/s]	Q TR 5 [m3/s]	Q TR 100 [m3/s]	V [m/s]
0.01	0.000329	0.027121	0.12544	0.06585626
0.02	0.002091	0.027121	0.12544	0.1045403
0.03	0.006166	0.027121	0.12544	0.13698654
0.04	0.013278	0.027121	0.12544	0.16594738
0.05	0.024075	0.027121	0.12544	0.19256488
0.06	0.039149	0.027121	0.12544	0.21745259
0.07	0.059054	0.027121	0.12544	0.2409882
0.08	0.082123	0.027121	0.12544	0.26066612
0.09	0.10607	0.027121	0.12544	0.27547033
0.10	0.130614	0.027121	0.12544	0.28703264
0.11	0.155584	0.027121	0.12544	0.29632203
0.12	0.218996	0.027121	0.12544	0.33950303
0.13	0.290681	0.027121	0.12544	0.37995025
0.14	0.37014	0.027121	0.12544	0.41821384
0.15	0.456968	0.027121	0.12544	0.45467271
0.16	0.44558	0.027121	0.12544	0.38871205
0.17	0.553762	0.027121	0.12544	0.42391647
0.18	0.671087	0.027121	0.12544	0.45767396
0.19	0.797195	0.027121	0.12544	0.49018969
0.20	0.931773	0.027121	0.12544	0.52162233
0.21	1.074547	0.027121	0.12544	0.55209785
0.22	1.225273	0.027121	0.12544	0.58171833
0.23	1.38373	0.027121	0.12544	0.61056798
0.24	1.549719	0.027121	0.12544	0.63871733
0.25	1.72306	0.027121	0.12544	0.66622616
0.26	1.903585	0.027121	0.12544	0.69314574
0.27	2.091141	0.027121	0.12544	0.71952043
0.28	2.285585	0.027121	0.12544	0.74538897
0.29	2.486784	0.027121	0.12544	0.77078545
0.30	2.694614	0.027121	0.12544	0.79574004
0.31	2.908957	0.027121	0.12544	0.82027963
0.32	3.129704	0.027121	0.12544	0.84442832
0.33	3.356751	0.027121	0.12544	0.86820779
0.34	3.59	0.027121	0.12544	0.89163766
0.35	3.829357	0.027121	0.12544	0.91473577
0.36	4.074735	0.027121	0.12544	0.93751837
0.37	4.326048	0.027121	0.12544	0.96000032
0.38	4.583217	0.027121	0.12544	0.98219529
0.39	4.846163	0.027121	0.12544	1.00411586
0.40	5.114814	0.027121	0.12544	1.02577363
0.41	5.389098	0.027121	0.12544	1.04717937
0.42	5.668948	0.027121	0.12544	1.06834306
0.43	5.954297	0.027121	0.12544	1.08927399
0.44	6.245084	0.027121	0.12544	1.10998084
0.45	6.541247	0.027121	0.12544	1.13047169

Cauce Calle 27 D-E (Tipo 1)				
y [m]	Q [m3/s]	Q TR 5 [m3/s]	Q TR 100 [m3/s]	V [m/s]
0.01	0.0003	0.0311	0.1446	0.0659
0.02	0.0021	0.0311	0.1446	0.1045
0.03	0.0062	0.0311	0.1446	0.1370
0.04	0.0133	0.0311	0.1446	0.1659
0.05	0.0241	0.0311	0.1446	0.1926
0.06	0.0391	0.0311	0.1446	0.2175
0.07	0.0591	0.0311	0.1446	0.2410
0.08	0.0821	0.0311	0.1446	0.2607
0.09	0.1061	0.0311	0.1446	0.2755
0.10	0.1306	0.0311	0.1446	0.2870
0.11	0.1556	0.0311	0.1446	0.2963
0.12	0.2190	0.0311	0.1446	0.3395
0.13	0.2907	0.0311	0.1446	0.3800
0.14	0.3701	0.0311	0.1446	0.4182
0.15	0.4570	0.0311	0.1446	0.4547
0.16	0.4456	0.0311	0.1446	0.3887
0.17	0.5538	0.0311	0.1446	0.4239
0.18	0.6711	0.0311	0.1446	0.4577
0.19	0.7972	0.0311	0.1446	0.4902
0.20	0.9318	0.0311	0.1446	0.5216
0.21	1.0745	0.0311	0.1446	0.5521
0.22	1.2253	0.0311	0.1446	0.5817
0.23	1.3837	0.0311	0.1446	0.6106
0.24	1.5497	0.0311	0.1446	0.6387
0.25	1.7231	0.0311	0.1446	0.6662
0.26	1.9036	0.0311	0.1446	0.6931
0.27	2.0911	0.0311	0.1446	0.7195
0.28	2.2856	0.0311	0.1446	0.7454
0.29	2.4868	0.0311	0.1446	0.7708
0.30	2.6946	0.0311	0.1446	0.7957
0.31	2.9090	0.0311	0.1446	0.8203
0.32	3.1297	0.0311	0.1446	0.8444
0.33	3.3568	0.0311	0.1446	0.8682
0.34	3.5900	0.0311	0.1446	0.8916
0.35	3.8294	0.0311	0.1446	0.9147
0.36	4.0747	0.0311	0.1446	0.9375
0.37	4.3260	0.0311	0.1446	0.9600
0.38	4.5832	0.0311	0.1446	0.9822
0.39	4.8462	0.0311	0.1446	1.0041
0.40	5.1148	0.0311	0.1446	1.0258
0.41	5.3891	0.0311	0.1446	1.0472
0.42	5.6689	0.0311	0.1446	1.0683
0.43	5.9543	0.0311	0.1446	1.0893
0.44	6.2451	0.0311	0.1446	1.1100
0.45	6.5412	0.0311	0.1446	1.1305

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 223 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Cauce Calle 29 A-B (Tipo 1)				
y [m]	Q [m ³ /s]	Q TR 5 [m ³ /s]	Q TR 100 [m ³ /s]	V [m/s]
0.01	0.0006	0.0154	0.0653	0.1202
0.02	0.0038	0.0154	0.0653	0.1909
0.03	0.0113	0.0154	0.0653	0.2501
0.04	0.0242	0.0154	0.0653	0.3030
0.05	0.0440	0.0154	0.0653	0.3516
0.06	0.0715	0.0154	0.0653	0.3970
0.07	0.1078	0.0154	0.0653	0.4400
0.08	0.1499	0.0154	0.0653	0.4759
0.09	0.1937	0.0154	0.0653	0.5029
0.10	0.2385	0.0154	0.0653	0.5240
0.11	0.2841	0.0154	0.0653	0.5410
0.12	0.3998	0.0154	0.0653	0.6198
0.13	0.5307	0.0154	0.0653	0.6937
0.14	0.6758	0.0154	0.0653	0.7636
0.15	0.8343	0.0154	0.0653	0.8301
0.16	0.8135	0.0154	0.0653	0.7097
0.17	1.0110	0.0154	0.0653	0.7740
0.18	1.2252	0.0154	0.0653	0.8356
0.19	1.4555	0.0154	0.0653	0.8950
0.20	1.7012	0.0154	0.0653	0.9523
0.21	1.9618	0.0154	0.0653	1.0080
0.22	2.2370	0.0154	0.0653	1.0621
0.23	2.5263	0.0154	0.0653	1.1147
0.24	2.8294	0.0154	0.0653	1.1661
0.25	3.1459	0.0154	0.0653	1.2164
0.26	3.4755	0.0154	0.0653	1.2655
0.27	3.8179	0.0154	0.0653	1.3137
0.28	4.1729	0.0154	0.0653	1.3609
0.29	4.5402	0.0154	0.0653	1.4073
0.30	4.9197	0.0154	0.0653	1.4528
0.31	5.3110	0.0154	0.0653	1.4976
0.32	5.7140	0.0154	0.0653	1.5417
0.33	6.1286	0.0154	0.0653	1.5851
0.34	6.5544	0.0154	0.0653	1.6279
0.35	6.9914	0.0154	0.0653	1.6701
0.36	7.4394	0.0154	0.0653	1.7117
0.37	7.8982	0.0154	0.0653	1.7527
0.38	8.3678	0.0154	0.0653	1.7932
0.39	8.8478	0.0154	0.0653	1.8333
0.40	9.3383	0.0154	0.0653	1.8728
0.41	9.8391	0.0154	0.0653	1.9119
0.42	10.3500	0.0154	0.0653	1.9505
0.43	10.8710	0.0154	0.0653	1.9887
0.44	11.4019	0.0154	0.0653	2.0265
0.45	11.9426	0.0154	0.0653	2.0639

Cauce Calle 29 B-C (Tipo 1)				
y [m]	Q [m ³ /s]	Q TR 5 [m ³ /s]	Q TR 100 [m ³ /s]	V [m/s]
0.01	0.0003	0.0259	0.1144	0.0659
0.02	0.0021	0.0259	0.1144	0.1045
0.03	0.0062	0.0259	0.1144	0.1370
0.04	0.0133	0.0259	0.1144	0.1659
0.05	0.0241	0.0259	0.1144	0.1926
0.06	0.0391	0.0259	0.1144	0.2175
0.07	0.0591	0.0259	0.1144	0.2410
0.08	0.0821	0.0259	0.1144	0.2607
0.09	0.1061	0.0259	0.1144	0.2755
0.10	0.1306	0.0259	0.1144	0.2870
0.11	0.1556	0.0259	0.1144	0.2963
0.12	0.2190	0.0259	0.1144	0.3395
0.13	0.2907	0.0259	0.1144	0.3800
0.14	0.3701	0.0259	0.1144	0.4182
0.15	0.4570	0.0259	0.1144	0.4547
0.16	0.4456	0.0259	0.1144	0.3887
0.17	0.5538	0.0259	0.1144	0.4239
0.18	0.6711	0.0259	0.1144	0.4577
0.19	0.7972	0.0259	0.1144	0.4902
0.20	0.9318	0.0259	0.1144	0.5216
0.21	1.0745	0.0259	0.1144	0.5521
0.22	1.2253	0.0259	0.1144	0.5817
0.23	1.3837	0.0259	0.1144	0.6106
0.24	1.5497	0.0259	0.1144	0.6387
0.25	1.7231	0.0259	0.1144	0.6662
0.26	1.9036	0.0259	0.1144	0.6931
0.27	2.0911	0.0259	0.1144	0.7195
0.28	2.2856	0.0259	0.1144	0.7454
0.29	2.4868	0.0259	0.1144	0.7708
0.30	2.6946	0.0259	0.1144	0.7957
0.31	2.9090	0.0259	0.1144	0.8203
0.32	3.1297	0.0259	0.1144	0.8444
0.33	3.3568	0.0259	0.1144	0.8682
0.34	3.5900	0.0259	0.1144	0.8916
0.35	3.8294	0.0259	0.1144	0.9147
0.36	4.0747	0.0259	0.1144	0.9375
0.37	4.3260	0.0259	0.1144	0.9600
0.38	4.5832	0.0259	0.1144	0.9822
0.39	4.8462	0.0259	0.1144	1.0041
0.40	5.1148	0.0259	0.1144	1.0258
0.41	5.3891	0.0259	0.1144	1.0472
0.42	5.6689	0.0259	0.1144	1.0683
0.43	5.9543	0.0259	0.1144	1.0893
0.44	6.2451	0.0259	0.1144	1.1100
0.45	6.5412	0.0259	0.1144	1.1305

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 224 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Cauce Calle 29 C-D (Tipo 1)					Cauce Calle 29 D-E (Tipo 1)				
y [m]	Q [m3/s]	Q TR 5 [m3/s]	Q TR 100 [m3/s]	V [m/s]	y [m]	Q [m3/s]	Q TR 5 [m3/s]	Q TR 100 [m]	V [m/s]
0.01	0.0003	0.0347	0.1608	0.0659	0.01	0.0003	0.0431	0.2004	0.0659
0.02	0.0021	0.0347	0.1608	0.1045	0.02	0.0021	0.0431	0.2004	0.1045
0.03	0.0062	0.0347	0.1608	0.1370	0.03	0.0062	0.0431	0.2004	0.1370
0.04	0.0133	0.0347	0.1608	0.1659	0.04	0.0133	0.0431	0.2004	0.1659
0.05	0.0241	0.0347	0.1608	0.1926	0.05	0.0241	0.0431	0.2004	0.1926
0.06	0.0391	0.0347	0.1608	0.2175	0.06	0.0391	0.0431	0.2004	0.2175
0.07	0.0591	0.0347	0.1608	0.2410	0.07	0.0591	0.0431	0.2004	0.2410
0.08	0.0821	0.0347	0.1608	0.2607	0.08	0.0821	0.0431	0.2004	0.2607
0.09	0.1061	0.0347	0.1608	0.2755	0.09	0.1061	0.0431	0.2004	0.2755
0.10	0.1306	0.0347	0.1608	0.2870	0.10	0.1306	0.0431	0.2004	0.2870
0.11	0.1556	0.0347	0.1608	0.2963	0.11	0.1556	0.0431	0.2004	0.2963
0.12	0.2190	0.0347	0.1608	0.3395	0.12	0.2190	0.0431	0.2004	0.3395
0.13	0.2907	0.0347	0.1608	0.3800	0.13	0.2907	0.0431	0.2004	0.3800
0.14	0.3701	0.0347	0.1608	0.4182	0.14	0.3701	0.0431	0.2004	0.4182
0.15	0.4570	0.0347	0.1608	0.4547	0.15	0.4570	0.0431	0.2004	0.4547
0.16	0.4456	0.0347	0.1608	0.3887	0.16	0.4456	0.0431	0.2004	0.3887
0.17	0.5538	0.0347	0.1608	0.4239	0.17	0.5538	0.0431	0.2004	0.4239
0.18	0.6711	0.0347	0.1608	0.4577	0.18	0.6711	0.0431	0.2004	0.4577
0.19	0.7972	0.0347	0.1608	0.4902	0.19	0.7972	0.0431	0.2004	0.4902
0.20	0.9318	0.0347	0.1608	0.5216	0.20	0.9318	0.0431	0.2004	0.5216
0.21	1.0745	0.0347	0.1608	0.5521	0.21	1.0745	0.0431	0.2004	0.5521
0.22	1.2253	0.0347	0.1608	0.5817	0.22	1.2253	0.0431	0.2004	0.5817
0.23	1.3837	0.0347	0.1608	0.6106	0.23	1.3837	0.0431	0.2004	0.6106
0.24	1.5497	0.0347	0.1608	0.6387	0.24	1.5497	0.0431	0.2004	0.6387
0.25	1.7231	0.0347	0.1608	0.6662	0.25	1.7231	0.0431	0.2004	0.6662
0.26	1.9036	0.0347	0.1608	0.6931	0.26	1.9036	0.0431	0.2004	0.6931
0.27	2.0911	0.0347	0.1608	0.7195	0.27	2.0911	0.0431	0.2004	0.7195
0.28	2.2856	0.0347	0.1608	0.7454	0.28	2.2856	0.0431	0.2004	0.7454
0.29	2.4868	0.0347	0.1608	0.7708	0.29	2.4868	0.0431	0.2004	0.7708
0.30	2.6946	0.0347	0.1608	0.7957	0.30	2.6946	0.0431	0.2004	0.7957
0.31	2.9090	0.0347	0.1608	0.8203	0.31	2.9090	0.0431	0.2004	0.8203
0.32	3.1297	0.0347	0.1608	0.8444	0.32	3.1297	0.0431	0.2004	0.8444
0.33	3.3568	0.0347	0.1608	0.8682	0.33	3.3568	0.0431	0.2004	0.8682
0.34	3.5900	0.0347	0.1608	0.8916	0.34	3.5900	0.0431	0.2004	0.8916
0.35	3.8294	0.0347	0.1608	0.9147	0.35	3.8294	0.0431	0.2004	0.9147
0.36	4.0747	0.0347	0.1608	0.9375	0.36	4.0747	0.0431	0.2004	0.9375
0.37	4.3260	0.0347	0.1608	0.9600	0.37	4.3260	0.0431	0.2004	0.9600
0.38	4.5832	0.0347	0.1608	0.9822	0.38	4.5832	0.0431	0.2004	0.9822
0.39	4.8462	0.0347	0.1608	1.0041	0.39	4.8462	0.0431	0.2004	1.0041
0.40	5.1148	0.0347	0.1608	1.0258	0.40	5.1148	0.0431	0.2004	1.0258
0.41	5.3891	0.0347	0.1608	1.0472	0.41	5.3891	0.0431	0.2004	1.0472
0.42	5.6689	0.0347	0.1608	1.0683	0.42	5.6689	0.0431	0.2004	1.0683
0.43	5.9543	0.0347	0.1608	1.0893	0.43	5.9543	0.0431	0.2004	1.0893
0.44	6.2451	0.0347	0.1608	1.1100	0.44	6.2451	0.0431	0.2004	1.1100
0.45	6.5412	0.0347	0.1608	1.1305	0.45	6.5412	0.0431	0.2004	1.1305

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 225 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Cauce Calle 31 A-B (Tipo 1)					Cauce Calle 31 B-C (Tipo 1)				
y [m]	Q [m3/s]	Q TR 5 [m3/s]	Q TR 100 [m]	V [m/s]	y [m]	Q [m3/s]	Q TR 5 [m3/s]	Q TR 100 [m]	V [m/s]
0.01	0.0006	0.0154	0.0653	0.1202	0.01	0.0003	0.0259	0.1144	0.0659
0.02	0.0038	0.0154	0.0653	0.1909	0.02	0.0021	0.0259	0.1144	0.1045
0.03	0.0113	0.0154	0.0653	0.2501	0.03	0.0062	0.0259	0.1144	0.1370
0.04	0.0242	0.0154	0.0653	0.3030	0.04	0.0133	0.0259	0.1144	0.1659
0.05	0.0440	0.0154	0.0653	0.3516	0.05	0.0241	0.0259	0.1144	0.1926
0.06	0.0715	0.0154	0.0653	0.3970	0.06	0.0391	0.0259	0.1144	0.2175
0.07	0.1078	0.0154	0.0653	0.4400	0.07	0.0591	0.0259	0.1144	0.2410
0.08	0.1499	0.0154	0.0653	0.4759	0.08	0.0821	0.0259	0.1144	0.2607
0.09	0.1937	0.0154	0.0653	0.5029	0.09	0.1061	0.0259	0.1144	0.2755
0.10	0.2385	0.0154	0.0653	0.5240	0.10	0.1306	0.0259	0.1144	0.2870
0.11	0.2841	0.0154	0.0653	0.5410	0.11	0.1556	0.0259	0.1144	0.2963
0.12	0.3398	0.0154	0.0653	0.6198	0.12	0.2190	0.0259	0.1144	0.3395
0.13	0.5307	0.0154	0.0653	0.6937	0.13	0.2907	0.0259	0.1144	0.3800
0.14	0.6758	0.0154	0.0653	0.7636	0.14	0.3701	0.0259	0.1144	0.4182
0.15	0.8343	0.0154	0.0653	0.8301	0.15	0.4570	0.0259	0.1144	0.4547
0.16	0.8135	0.0154	0.0653	0.7097	0.16	0.4456	0.0259	0.1144	0.3887
0.17	1.0110	0.0154	0.0653	0.7740	0.17	0.5538	0.0259	0.1144	0.4239
0.18	1.2252	0.0154	0.0653	0.8356	0.18	0.6711	0.0259	0.1144	0.4577
0.19	1.4555	0.0154	0.0653	0.8950	0.19	0.7972	0.0259	0.1144	0.4902
0.20	1.7012	0.0154	0.0653	0.9523	0.20	0.9318	0.0259	0.1144	0.5216
0.21	1.9618	0.0154	0.0653	1.0080	0.21	1.0745	0.0259	0.1144	0.5521
0.22	2.2370	0.0154	0.0653	1.0621	0.22	1.2253	0.0259	0.1144	0.5817
0.23	2.5263	0.0154	0.0653	1.1147	0.23	1.3837	0.0259	0.1144	0.6106
0.24	2.8294	0.0154	0.0653	1.1661	0.24	1.5497	0.0259	0.1144	0.6387
0.25	3.1459	0.0154	0.0653	1.2164	0.25	1.7231	0.0259	0.1144	0.6662
0.26	3.4755	0.0154	0.0653	1.2655	0.26	1.9036	0.0259	0.1144	0.6931
0.27	3.8179	0.0154	0.0653	1.3137	0.27	2.0911	0.0259	0.1144	0.7195
0.28	4.1729	0.0154	0.0653	1.3609	0.28	2.2856	0.0259	0.1144	0.7454
0.29	4.5402	0.0154	0.0653	1.4073	0.29	2.4868	0.0259	0.1144	0.7708
0.30	4.9197	0.0154	0.0653	1.4528	0.30	2.6946	0.0259	0.1144	0.7957
0.31	5.3110	0.0154	0.0653	1.4976	0.31	2.9090	0.0259	0.1144	0.8203
0.32	5.7140	0.0154	0.0653	1.5417	0.32	3.1297	0.0259	0.1144	0.8444
0.33	6.1286	0.0154	0.0653	1.5851	0.33	3.3568	0.0259	0.1144	0.8682
0.34	6.5544	0.0154	0.0653	1.6279	0.34	3.5900	0.0259	0.1144	0.8916
0.35	6.9914	0.0154	0.0653	1.6701	0.35	3.8294	0.0259	0.1144	0.9147
0.36	7.4394	0.0154	0.0653	1.7117	0.36	4.0747	0.0259	0.1144	0.9375
0.37	7.8982	0.0154	0.0653	1.7527	0.37	4.3260	0.0259	0.1144	0.9600
0.38	8.3678	0.0154	0.0653	1.7932	0.38	4.5832	0.0259	0.1144	0.9822
0.39	8.8478	0.0154	0.0653	1.8333	0.39	4.8462	0.0259	0.1144	1.0041
0.40	9.3383	0.0154	0.0653	1.8728	0.40	5.1148	0.0259	0.1144	1.0258
0.41	9.8391	0.0154	0.0653	1.9119	0.41	5.3891	0.0259	0.1144	1.0472
0.42	10.3500	0.0154	0.0653	1.9505	0.42	5.6689	0.0259	0.1144	1.0683
0.43	10.8710	0.0154	0.0653	1.9887	0.43	5.9543	0.0259	0.1144	1.0893
0.44	11.4019	0.0154	0.0653	2.0265	0.44	6.2451	0.0259	0.1144	1.1100
0.45	11.9426	0.0154	0.0653	2.0639	0.45	6.5412	0.0259	0.1144	1.1305

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Cauce Calle 31 C-D (Tipo 1)					Cauce Calle 31 D-E (Tipo 1)				
y [m]	Q [m ³ /s]	Q TR 5 [m ³ /s]	Q TR 100 [m ³ /s]	V [m/s]	y [m]	Q [m ³ /s]	Q TR 5 [m ³ /s]	Q TR 100 [m ³ /s]	V [m/s]
0.01	0.0003	0.0347	0.1608	0.0659	0.01	0.0003	0.0431	0.2004	0.0659
0.02	0.0021	0.0347	0.1608	0.1045	0.02	0.0021	0.0431	0.2004	0.1045
0.03	0.0062	0.0347	0.1608	0.1370	0.03	0.0062	0.0431	0.2004	0.1370
0.04	0.0133	0.0347	0.1608	0.1659	0.04	0.0133	0.0431	0.2004	0.1659
0.05	0.0241	0.0347	0.1608	0.1926	0.05	0.0241	0.0431	0.2004	0.1926
0.06	0.0391	0.0347	0.1608	0.2175	0.06	0.0391	0.0431	0.2004	0.2175
0.07	0.0591	0.0347	0.1608	0.2410	0.07	0.0591	0.0431	0.2004	0.2410
0.08	0.0821	0.0347	0.1608	0.2607	0.08	0.0821	0.0431	0.2004	0.2607
0.09	0.1061	0.0347	0.1608	0.2755	0.09	0.1061	0.0431	0.2004	0.2755
0.10	0.1306	0.0347	0.1608	0.2870	0.10	0.1306	0.0431	0.2004	0.2870
0.11	0.1556	0.0347	0.1608	0.2963	0.11	0.1556	0.0431	0.2004	0.2963
0.12	0.2190	0.0347	0.1608	0.3395	0.12	0.2190	0.0431	0.2004	0.3395
0.13	0.2907	0.0347	0.1608	0.3800	0.13	0.2907	0.0431	0.2004	0.3800
0.14	0.3701	0.0347	0.1608	0.4182	0.14	0.3701	0.0431	0.2004	0.4182
0.15	0.4570	0.0347	0.1608	0.4547	0.15	0.4570	0.0431	0.2004	0.4547
0.16	0.4456	0.0347	0.1608	0.3887	0.16	0.4456	0.0431	0.2004	0.3887
0.17	0.5538	0.0347	0.1608	0.4239	0.17	0.5538	0.0431	0.2004	0.4239
0.18	0.6711	0.0347	0.1608	0.4577	0.18	0.6711	0.0431	0.2004	0.4577
0.19	0.7972	0.0347	0.1608	0.4902	0.19	0.7972	0.0431	0.2004	0.4902
0.20	0.9318	0.0347	0.1608	0.5216	0.20	0.9318	0.0431	0.2004	0.5216
0.21	1.0745	0.0347	0.1608	0.5521	0.21	1.0745	0.0431	0.2004	0.5521
0.22	1.2253	0.0347	0.1608	0.5817	0.22	1.2253	0.0431	0.2004	0.5817
0.23	1.3837	0.0347	0.1608	0.6106	0.23	1.3837	0.0431	0.2004	0.6106
0.24	1.5497	0.0347	0.1608	0.6387	0.24	1.5497	0.0431	0.2004	0.6387
0.25	1.7231	0.0347	0.1608	0.6662	0.25	1.7231	0.0431	0.2004	0.6662
0.26	1.9036	0.0347	0.1608	0.6931	0.26	1.9036	0.0431	0.2004	0.6931
0.27	2.0911	0.0347	0.1608	0.7195	0.27	2.0911	0.0431	0.2004	0.7195
0.28	2.2856	0.0347	0.1608	0.7454	0.28	2.2856	0.0431	0.2004	0.7454
0.29	2.4868	0.0347	0.1608	0.7708	0.29	2.4868	0.0431	0.2004	0.7708
0.30	2.6946	0.0347	0.1608	0.7957	0.30	2.6946	0.0431	0.2004	0.7957
0.31	2.9090	0.0347	0.1608	0.8203	0.31	2.9090	0.0431	0.2004	0.8203
0.32	3.1297	0.0347	0.1608	0.8444	0.32	3.1297	0.0431	0.2004	0.8444
0.33	3.3568	0.0347	0.1608	0.8682	0.33	3.3568	0.0431	0.2004	0.8682
0.34	3.5900	0.0347	0.1608	0.8916	0.34	3.5900	0.0431	0.2004	0.8916
0.35	3.8294	0.0347	0.1608	0.9147	0.35	3.8294	0.0431	0.2004	0.9147
0.36	4.0747	0.0347	0.1608	0.9375	0.36	4.0747	0.0431	0.2004	0.9375
0.37	4.3260	0.0347	0.1608	0.9600	0.37	4.3260	0.0431	0.2004	0.9600
0.38	4.5832	0.0347	0.1608	0.9822	0.38	4.5832	0.0431	0.2004	0.9822
0.39	4.8462	0.0347	0.1608	1.0041	0.39	4.8462	0.0431	0.2004	1.0041
0.40	5.1148	0.0347	0.1608	1.0258	0.40	5.1148	0.0431	0.2004	1.0258
0.41	5.3891	0.0347	0.1608	1.0472	0.41	5.3891	0.0431	0.2004	1.0472
0.42	5.6689	0.0347	0.1608	1.0683	0.42	5.6689	0.0431	0.2004	1.0683
0.43	5.9543	0.0347	0.1608	1.0893	0.43	5.9543	0.0431	0.2004	1.0893
0.44	6.2451	0.0347	0.1608	1.1100	0.44	6.2451	0.0431	0.2004	1.1100
0.45	6.5412	0.0347	0.1608	1.1305	0.45	6.5412	0.0431	0.2004	1.1305

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 227 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Cauce Calle 33 A-B (Tipo 1)				
y [m]	Q [m ³ /s]	Q TR 5 [m ³ /s]	Q TR 100 [m ³ /s]	V [m/s]
0.01	0.0006	0.0210	0.0891	0.1202
0.02	0.0038	0.0210	0.0891	0.1909
0.03	0.0113	0.0210	0.0891	0.2501
0.04	0.0242	0.0210	0.0891	0.3030
0.05	0.0440	0.0210	0.0891	0.3516
0.06	0.0715	0.0210	0.0891	0.3970
0.07	0.1078	0.0210	0.0891	0.4400
0.08	0.1499	0.0210	0.0891	0.4759
0.09	0.1937	0.0210	0.0891	0.5029
0.10	0.2385	0.0210	0.0891	0.5240
0.11	0.2841	0.0210	0.0891	0.5410
0.12	0.3998	0.0210	0.0891	0.6198
0.13	0.5307	0.0210	0.0891	0.6937
0.14	0.6758	0.0210	0.0891	0.7636
0.15	0.8343	0.0210	0.0891	0.8301
0.16	0.8135	0.0210	0.0891	0.7097
0.17	1.0110	0.0210	0.0891	0.7740
0.18	1.2252	0.0210	0.0891	0.8356
0.19	1.4555	0.0210	0.0891	0.8950
0.20	1.7012	0.0210	0.0891	0.9523
0.21	1.9618	0.0210	0.0891	1.0080
0.22	2.2370	0.0210	0.0891	1.0621
0.23	2.5263	0.0210	0.0891	1.1147
0.24	2.8294	0.0210	0.0891	1.1661
0.25	3.1459	0.0210	0.0891	1.2164
0.26	3.4755	0.0210	0.0891	1.2655
0.27	3.8179	0.0210	0.0891	1.3137
0.28	4.1729	0.0210	0.0891	1.3609
0.29	4.5402	0.0210	0.0891	1.4073
0.30	4.9197	0.0210	0.0891	1.4528
0.31	5.3110	0.0210	0.0891	1.4976
0.32	5.7140	0.0210	0.0891	1.5417
0.33	6.1286	0.0210	0.0891	1.5851
0.34	6.5544	0.0210	0.0891	1.6279
0.35	6.9914	0.0210	0.0891	1.6701
0.36	7.4394	0.0210	0.0891	1.7117
0.37	7.8982	0.0210	0.0891	1.7527
0.38	8.3678	0.0210	0.0891	1.7932
0.39	8.8478	0.0210	0.0891	1.8333
0.40	9.3383	0.0210	0.0891	1.8728
0.41	9.8391	0.0210	0.0891	1.9119
0.42	10.3500	0.0210	0.0891	1.9505
0.43	10.8710	0.0210	0.0891	1.9887
0.44	11.4019	0.0210	0.0891	2.0265
0.45	11.9426	0.0210	0.0891	2.0639

Cauce Calle 33 B-C (Tipo 1)				
y [m]	Q [m ³ /s]	Q TR 5 [m ³ /s]	Q TR 100 [m ³ /s]	V [m/s]
0.01	0.0003	0.0313	0.1380	0.0659
0.02	0.0021	0.0313	0.1380	0.1045
0.03	0.0062	0.0313	0.1380	0.1370
0.04	0.0133	0.0313	0.1380	0.1659
0.05	0.0241	0.0313	0.1380	0.1926
0.06	0.0391	0.0313	0.1380	0.2175
0.07	0.0591	0.0313	0.1380	0.2410
0.08	0.0821	0.0313	0.1380	0.2607
0.09	0.1061	0.0313	0.1380	0.2755
0.10	0.1306	0.0313	0.1380	0.2870
0.11	0.1556	0.0313	0.1380	0.2963
0.12	0.2190	0.0313	0.1380	0.3395
0.13	0.2907	0.0313	0.1380	0.3800
0.14	0.3701	0.0313	0.1380	0.4182
0.15	0.4570	0.0313	0.1380	0.4547
0.16	0.4456	0.0313	0.1380	0.3887
0.17	0.5538	0.0313	0.1380	0.4239
0.18	0.6711	0.0313	0.1380	0.4577
0.19	0.7972	0.0313	0.1380	0.4902
0.20	0.9318	0.0313	0.1380	0.5216
0.21	1.0745	0.0313	0.1380	0.5521
0.22	1.2253	0.0313	0.1380	0.5817
0.23	1.3837	0.0313	0.1380	0.6106
0.24	1.5497	0.0313	0.1380	0.6387
0.25	1.7231	0.0313	0.1380	0.6662
0.26	1.9036	0.0313	0.1380	0.6931
0.27	2.0911	0.0313	0.1380	0.7195
0.28	2.2856	0.0313	0.1380	0.7454
0.29	2.4868	0.0313	0.1380	0.7708
0.30	2.6946	0.0313	0.1380	0.7957
0.31	2.9090	0.0313	0.1380	0.8203
0.32	3.1297	0.0313	0.1380	0.8444
0.33	3.3568	0.0313	0.1380	0.8682
0.34	3.5900	0.0313	0.1380	0.8916
0.35	3.8294	0.0313	0.1380	0.9147
0.36	4.0747	0.0313	0.1380	0.9375
0.37	4.3260	0.0313	0.1380	0.9600
0.38	4.5832	0.0313	0.1380	0.9822
0.39	4.8462	0.0313	0.1380	1.0041
0.40	5.1148	0.0313	0.1380	1.0258
0.41	5.3891	0.0313	0.1380	1.0472
0.42	5.6689	0.0313	0.1380	1.0683
0.43	5.9543	0.0313	0.1380	1.0893
0.44	6.2451	0.0313	0.1380	1.1100
0.45	6.5412	0.0313	0.1380	1.1305

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 228 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Cauce Calle 33 C-D (Tipo 1)				
y [m]	Q [m ³ /s]	Q TR 5 [m ³ /s]	Q TR 100 [m ³ /s]	V [m/s]
0.01	0.0003	0.0389	0.1758	0.0659
0.02	0.0021	0.0389	0.1758	0.1045
0.03	0.0062	0.0389	0.1758	0.1370
0.04	0.0133	0.0389	0.1758	0.1659
0.05	0.0241	0.0389	0.1758	0.1926
0.06	0.0391	0.0389	0.1758	0.2175
0.07	0.0591	0.0389	0.1758	0.2410
0.08	0.0821	0.0389	0.1758	0.2607
0.09	0.1061	0.0389	0.1758	0.2755
0.10	0.1306	0.0389	0.1758	0.2870
0.11	0.1556	0.0389	0.1758	0.2963
0.12	0.2190	0.0389	0.1758	0.3395
0.13	0.2907	0.0389	0.1758	0.3800
0.14	0.3701	0.0389	0.1758	0.4182
0.15	0.4570	0.0389	0.1758	0.4547
0.16	0.4456	0.0389	0.1758	0.3887
0.17	0.5538	0.0389	0.1758	0.4239
0.18	0.6711	0.0389	0.1758	0.4577
0.19	0.7972	0.0389	0.1758	0.4902
0.20	0.9318	0.0389	0.1758	0.5216
0.21	1.0745	0.0389	0.1758	0.5521
0.22	1.2253	0.0389	0.1758	0.5817
0.23	1.3837	0.0389	0.1758	0.6106
0.24	1.5497	0.0389	0.1758	0.6387
0.25	1.7231	0.0389	0.1758	0.6662
0.26	1.9036	0.0389	0.1758	0.6931
0.27	2.0911	0.0389	0.1758	0.7195
0.28	2.2856	0.0389	0.1758	0.7454
0.29	2.4868	0.0389	0.1758	0.7708
0.30	2.6946	0.0389	0.1758	0.7957
0.31	2.9090	0.0389	0.1758	0.8203
0.32	3.1297	0.0389	0.1758	0.8444
0.33	3.3568	0.0389	0.1758	0.8682
0.34	3.5900	0.0389	0.1758	0.8916
0.35	3.8294	0.0389	0.1758	0.9147
0.36	4.0747	0.0389	0.1758	0.9375
0.37	4.3260	0.0389	0.1758	0.9600
0.38	4.5832	0.0389	0.1758	0.9822
0.39	4.8462	0.0389	0.1758	1.0041
0.40	5.1148	0.0389	0.1758	1.0258
0.41	5.3891	0.0389	0.1758	1.0472
0.42	5.6689	0.0389	0.1758	1.0683
0.43	5.9543	0.0389	0.1758	1.0893
0.44	6.2451	0.0389	0.1758	1.1100
0.45	6.5412	0.0389	0.1758	1.1305

Cauce Calle 33 D-E (Tipo 1)				
y [m]	Q [m ³ /s]	Q TR 5 [m ³ /s]	Q TR 100 [m ³ /s]	V [m/s]
0.01	0.000329	0.0451	0.2085	0.0659
0.02	0.0021	0.0451	0.2085	0.1045
0.03	0.0062	0.0451	0.2085	0.1370
0.04	0.0133	0.0451	0.2085	0.1659
0.05	0.0241	0.0451	0.2085	0.1926
0.06	0.0391	0.0451	0.2085	0.2175
0.07	0.0591	0.0451	0.2085	0.2410
0.08	0.0821	0.0451	0.2085	0.2607
0.09	0.1061	0.0451	0.2085	0.2755
0.10	0.1306	0.0451	0.2085	0.2870
0.11	0.1556	0.0451	0.2085	0.2963
0.12	0.2190	0.0451	0.2085	0.3395
0.13	0.2907	0.0451	0.2085	0.3800
0.14	0.3701	0.0451	0.2085	0.4182
0.15	0.4570	0.0451	0.2085	0.4547
0.16	0.4456	0.0451	0.2085	0.3887
0.17	0.5538	0.0451	0.2085	0.4239
0.18	0.6711	0.0451	0.2085	0.4577
0.19	0.7972	0.0451	0.2085	0.4902
0.20	0.9318	0.0451	0.2085	0.5216
0.21	1.0745	0.0451	0.2085	0.5521
0.22	1.2253	0.0451	0.2085	0.5817
0.23	1.3837	0.0451	0.2085	0.6106
0.24	1.5497	0.0451	0.2085	0.6387
0.25	1.7231	0.0451	0.2085	0.6662
0.26	1.9036	0.0451	0.2085	0.6931
0.27	2.0911	0.0451	0.2085	0.7195
0.28	2.2856	0.0451	0.2085	0.7454
0.29	2.4868	0.0451	0.2085	0.7708
0.30	2.6946	0.0451	0.2085	0.7957
0.31	2.9090	0.0451	0.2085	0.8203
0.32	3.1297	0.0451	0.2085	0.8444
0.33	3.3568	0.0451	0.2085	0.8682
0.34	3.5900	0.0451	0.2085	0.8916
0.35	3.8294	0.0451	0.2085	0.9147
0.36	4.0747	0.0451	0.2085	0.9375
0.37	4.3260	0.0451	0.2085	0.9600
0.38	4.5832	0.0451	0.2085	0.9822
0.39	4.8462	0.0451	0.2085	1.0041
0.40	5.1148	0.0451	0.2085	1.0258
0.41	5.3891	0.0451	0.2085	1.0472
0.42	5.6689	0.0451	0.2085	1.0683
0.43	5.9543	0.0451	0.2085	1.0893
0.44	6.2451	0.0451	0.2085	1.1100
0.45	6.5412	0.0451	0.2085	1.1305

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Cauce Calle 30 1-2 (Tipo 2)					Cauce Calle 30 2-3 (Tipo 2)				
y [m]	Q [m3/s]	Q TR 5 [m3/s]	Q TR 100 [m]	V [m/s]	y [m]	Q [m3/s]	Q TR 5 [m3/s]	Q TR 100 [m]	V [m/s]
0.01	0.000329	0.0729	0.3418	0.0659	0.01	0.000329	0.1142	0.5368	0.0659
0.02	0.002091	0.0729	0.3418	0.1045	0.02	0.002091	0.1142	0.5368	0.1045
0.03	0.006166	0.0729	0.3418	0.1370	0.03	0.006166	0.1142	0.5368	0.1370
0.04	0.013278	0.0729	0.3418	0.1659	0.04	0.013278	0.1142	0.5368	0.1659
0.05	0.024075	0.0729	0.3418	0.1926	0.05	0.024075	0.1142	0.5368	0.1926
0.06	0.039149	0.0729	0.3418	0.2175	0.06	0.039149	0.1142	0.5368	0.2175
0.07	0.059054	0.0729	0.3418	0.2410	0.07	0.059054	0.1142	0.5368	0.2410
0.08	0.0896	0.0729	0.3418	0.2844	0.08	0.089601	0.1142	0.5368	0.2844
0.09	0.124950	0.0729	0.3418	0.3245	0.09	0.1250	0.1142	0.5368	0.3245
0.10	0.164754	0.0729	0.3418	0.3621	0.10	0.164754	0.1142	0.5368	0.3621
0.11	0.208738	0.0729	0.3418	0.3976	0.11	0.208738	0.1142	0.5368	0.3976
0.12	0.256678	0.0729	0.3418	0.4314	0.12	0.256678	0.1142	0.5368	0.4314
0.13	0.308384	0.0729	0.3418	0.4637	0.13	0.308384	0.1142	0.5368	0.4637
0.14	0.3637	0.0729	0.3418	0.4948	0.14	0.363692	0.1142	0.5368	0.4948
0.15	0.422457	0.0729	0.3418	0.5248	0.15	0.422457	0.1142	0.5368	0.5248
0.16	0.363396	0.0729	0.3418	0.4010	0.16	0.363396	0.1142	0.5368	0.4010
0.17	0.446596	0.0729	0.3418	0.4352	0.17	0.446596	0.1142	0.5368	0.4352
0.18	0.536396	0.0729	0.3418	0.4679	0.18	0.5364	0.1142	0.5368	0.4679
0.19	0.632529	0.0729	0.3418	0.4995	0.19	0.632529	0.1142	0.5368	0.4995
0.20	0.734762	0.0729	0.3418	0.5300	0.20	0.734762	0.1142	0.5368	0.5300
0.21	0.842889	0.0729	0.3418	0.5596	0.21	0.842889	0.1142	0.5368	0.5596
0.22	0.956722	0.0729	0.3418	0.5883	0.22	0.956722	0.1142	0.5368	0.5883
0.23	1.076095	0.0729	0.3418	0.6162	0.23	1.076095	0.1142	0.5368	0.6162
0.24	1.200854	0.0729	0.3418	0.6434	0.24	1.200854	0.1142	0.5368	0.6434
0.25	1.330858	0.0729	0.3418	0.6700	0.25	1.330858	0.1142	0.5368	0.6700
0.26	1.465978	0.0729	0.3418	0.6960	0.26	1.465978	0.1142	0.5368	0.6960
0.27	1.606092	0.0729	0.3418	0.7214	0.27	1.606092	0.1142	0.5368	0.7214
0.28	1.751090	0.0729	0.3418	0.7463	0.28	1.751090	0.1142	0.5368	0.7463
0.29	1.900865	0.0729	0.3418	0.7707	0.29	1.900865	0.1142	0.5368	0.7707
0.30	2.055318	0.0729	0.3418	0.7947	0.30	2.055318	0.1142	0.5368	0.7947
0.31	2.214358	0.0729	0.3418	0.8182	0.31	2.214358	0.1142	0.5368	0.8182
0.32	2.377895	0.0729	0.3418	0.8413	0.32	2.377895	0.1142	0.5368	0.8413
0.33	2.545847	0.0729	0.3418	0.8641	0.33	2.545847	0.1142	0.5368	0.8641
0.34	2.718134	0.0729	0.3418	0.8865	0.34	2.718134	0.1142	0.5368	0.8865
0.35	2.894682	0.0729	0.3418	0.9085	0.35	2.894682	0.1142	0.5368	0.9085
0.36	3.075417	0.0729	0.3418	0.9302	0.36	3.075417	0.1142	0.5368	0.9302
0.37	3.260273	0.0729	0.3418	0.9515	0.37	3.260273	0.1142	0.5368	0.9515
0.38	3.449182	0.0729	0.3418	0.9726	0.38	3.449182	0.1142	0.5368	0.9726
0.39	3.642082	0.0729	0.3418	0.9934	0.39	3.642082	0.1142	0.5368	0.9934
0.40	3.838912	0.0729	0.3418	1.0139	0.40	3.838912	0.1142	0.5368	1.0139
0.41	4.039615	0.0729	0.3418	1.0341	0.41	4.039615	0.1142	0.5368	1.0341
0.42	4.244134	0.0729	0.3418	1.0541	0.42	4.244134	0.1142	0.5368	1.0541
0.43	4.452415	0.0729	0.3418	1.0738	0.43	4.452415	0.1142	0.5368	1.0738
0.44	4.664406	0.0729	0.3418	1.0933	0.44	4.664406	0.1142	0.5368	1.0933
0.45	4.880057	0.0729	0.3418	1.1126	0.45	4.880057	0.1142	0.5368	1.1126

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 230 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



Cauce Calle 34 1-2 (Tipo 2)				
y [m]	Q [m3/s]	Q TR 5 [m3/s]	Q TR 100 [m3/s]	V [m/s]
0.01	0.0003	0.0195	0.0816	0.0659
0.02	0.0021	0.0195	0.0816	0.1045
0.03	0.0062	0.0195	0.0816	0.1370
0.04	0.0133	0.0195	0.0816	0.1659
0.05	0.0241	0.0195	0.0816	0.1926
0.06	0.0391	0.0195	0.0816	0.2175
0.07	0.0591	0.0195	0.0816	0.2410
0.08	0.0896	0.0195	0.0816	0.2844
0.09	0.1250	0.0195	0.0816	0.3245
0.10	0.1648	0.0195	0.0816	0.3621
0.11	0.2087	0.0195	0.0816	0.3976
0.12	0.2567	0.0195	0.0816	0.4314
0.13	0.3084	0.0195	0.0816	0.4637
0.14	0.3637	0.0195	0.0816	0.4948
0.15	0.4225	0.0195	0.0816	0.5248
0.16	0.3634	0.0195	0.0816	0.4010
0.17	0.4466	0.0195	0.0816	0.4352
0.18	0.5364	0.0195	0.0816	0.4679
0.19	0.6325	0.0195	0.0816	0.4995
0.20	0.7348	0.0195	0.0816	0.5300
0.21	0.8429	0.0195	0.0816	0.5596
0.22	0.9567	0.0195	0.0816	0.5883
0.23	1.0761	0.0195	0.0816	0.6162
0.24	1.2009	0.0195	0.0816	0.6434
0.25	1.3309	0.0195	0.0816	0.6700
0.26	1.4660	0.0195	0.0816	0.6960
0.27	1.6061	0.0195	0.0816	0.7214
0.28	1.7511	0.0195	0.0816	0.7463
0.29	1.9009	0.0195	0.0816	0.7707
0.30	2.0553	0.0195	0.0816	0.7947
0.31	2.2144	0.0195	0.0816	0.8182
0.32	2.3779	0.0195	0.0816	0.8413
0.33	2.5458	0.0195	0.0816	0.8641
0.34	2.7181	0.0195	0.0816	0.8865
0.35	2.8947	0.0195	0.0816	0.9085
0.36	3.0754	0.0195	0.0816	0.9302
0.37	3.2603	0.0195	0.0816	0.9515
0.38	3.4492	0.0195	0.0816	0.9726
0.39	3.6421	0.0195	0.0816	0.9934
0.40	3.8389	0.0195	0.0816	1.0139
0.41	4.0396	0.0195	0.0816	1.0341
0.42	4.2441	0.0195	0.0816	1.0541
0.43	4.4524	0.0195	0.0816	1.0738
0.44	4.6644	0.0195	0.0816	1.0933
0.45	4.8801	0.0195	0.0816	1.1126

Cauce Calle 34 2-3 (Tipo 2)				
y [m]	Q [m3/s]	Q TR 5 [m3/s]	Q TR 100 [m3/s]	V [m/s]
0.01	0.0003	0.0291	0.1231	0.0659
0.02	0.0021	0.0291	0.1231	0.1045
0.03	0.0062	0.0291	0.1231	0.1370
0.04	0.0133	0.0291	0.1231	0.1659
0.05	0.0241	0.0291	0.1231	0.1926
0.06	0.0391	0.0291	0.1231	0.2175
0.07	0.0591	0.0291	0.1231	0.2410
0.08	0.0896	0.0291	0.1231	0.2844
0.09	0.1250	0.0291	0.1231	0.3245
0.10	0.1648	0.0291	0.1231	0.3621
0.11	0.2087	0.0291	0.1231	0.3976
0.12	0.2567	0.0291	0.1231	0.4314
0.13	0.3084	0.0291	0.1231	0.4637
0.14	0.3637	0.0291	0.1231	0.4948
0.15	0.4225	0.0291	0.1231	0.5248
0.16	0.3634	0.0291	0.1231	0.4010
0.17	0.4466	0.0291	0.1231	0.4352
0.18	0.5364	0.0291	0.1231	0.4679
0.19	0.6325	0.0291	0.1231	0.4995
0.20	0.7348	0.0291	0.1231	0.5300
0.21	0.8429	0.0291	0.1231	0.5596
0.22	0.9567	0.0291	0.1231	0.5883
0.23	1.0761	0.0291	0.1231	0.6162
0.24	1.2009	0.0291	0.1231	0.6434
0.25	1.3309	0.0291	0.1231	0.6700
0.26	1.4660	0.0291	0.1231	0.6960
0.27	1.6061	0.0291	0.1231	0.7214
0.28	1.7511	0.0291	0.1231	0.7463
0.29	1.9009	0.0291	0.1231	0.7707
0.30	2.0553	0.0291	0.1231	0.7947
0.31	2.2144	0.0291	0.1231	0.8182
0.32	2.3779	0.0291	0.1231	0.8413
0.33	2.5458	0.0291	0.1231	0.8641
0.34	2.7181	0.0291	0.1231	0.8865
0.35	2.8947	0.0291	0.1231	0.9085
0.36	3.0754	0.0291	0.1231	0.9302
0.37	3.2603	0.0291	0.1231	0.9515
0.38	3.4492	0.0291	0.1231	0.9726
0.39	3.6421	0.0291	0.1231	0.9934
0.40	3.8389	0.0291	0.1231	1.0139
0.41	4.0396	0.0291	0.1231	1.0341
0.42	4.2441	0.0291	0.1231	1.0541
0.43	4.4524	0.0291	0.1231	1.0738
0.44	4.6644	0.0291	0.1231	1.0933
0.45	4.8801	0.0291	0.1231	1.1126

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 231 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



XVIII. A. 3.- CLOACAS

Tabla N° XVIII-3. Red colectora cloacal

SE IMPRIME APARTE	

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 233 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



XVIII. A. 4.- MATRIZ DE LEOPOLD

Tabla N° XVIII-4. Matriz de Leopold

SE IMPRIME APARTE	

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
Página 235 de 237			
DOCUMENTO CONTROLADO			
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL			
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			



XVIII. B.- PLANOS

En la Tabla N° XVIII-5 se presenta el listado de los planos realizados para el loteo en la localizada de Chazón.

Tabla N° XVIII-5. Listado de planos

PLANO	DESCRIPCIÓN
Plano N° 001	Localidad de Chazón y terreno
Plano N° 002	Dimensiones de lote
Plano N° 003	Loteo
Plano N° 004	Manzana tipo
Plano N° 005	Carta IGM
Plano N° 006	Cuenca externa – IGM
Plano N° 007	Cuenca externa – Google Earth
Plano N° 008	Ubicación de alcantarilla
Plano N° 009	Cuenca interna
Plano N° 010	Uso de suelo
Plano N° 011	Cuenca después de la urbanización
Plano N° 012	Escurrimiento superficial
Plano N° 013	Ingresos de laguna
Plano N° 014	Laguna en planta
Plano N° 015	Corte laguna
Plano N° 016	Vertedero
Plano N° 017	Punto de conexión de la red de agua
Plano N° 018	Trazado de la red de agua
Plano N° 019	Velocidades por tramos de red de agua
Plano N° 020	Presión en nodos de red de agua
Plano N° 021	Detalles de la red de agua
Plano N° 022	Ubicación estación de bombeo
Plano N° 023	Croquis de red cloacal
Plano N° 024	Trazado de red cloacal
Plano N° 025	Estación de bombeo
Plano N° 026	Armaduras estación de bombeo

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
DOCUMENTO CONTROLADO CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA			

XVIII. A. 3.- RED COLECTORA CLOACAL

Tabla N°XVIII-3. Red colectora cloacal

	Tramo		Lt	Caudal	Caudal Acum.	Ø efectivo	Cota Terr. Nat.		Pendiente [%]			Cotas BR Reales		Verificación Tapada [m]		Caudal	Verificación
	BRe	BRs	[m]	[l/s]	[l/s]	Adopt.[mm]	Entrada [m]	Salida [m]	Terreno	Mínima	Adoptada	Entrada [m]	Salida [m]	Entrada [m]	Salida [m]	Manning	Caudal
A	3	4	76	0,00135	0,001	153,60	156,39	156,17	0,29	0,30	0,300	155,19	154,96	1,20	1,21	4,80	VERIFICA
E	4	3	76	0,00135	0,008	153,60	154,79	155,01	-0,29	0,30	0,300	152,78	152,55	2,01	2,46	4,80	VERIFICA
E	3	2	76	0,00135	0,015	153,60	155,01	155,24	-0,30	0,30	0,300	152,39	152,16	2,62	3,08	4,80	VERIFICA
E	2	1	76	0,00135	0,022	153,60	155,24	155,47	-0,30	0,30	0,300	152,00	151,77	3,24	3,70	4,80	VERIFICA
F	1*	1	30	0,00135	0,008	153,60	155,28	155,37	-0,30	0,30	0,300	152,35	152,26	2,93	3,11	4,80	VERIFICA
G	3	2	76	0,00135	0,003	153,60	154,74	154,97	-0,30	0,30	0,300	153,37	153,14	1,37	1,83	4,80	VERIFICA
G	2	1*	46	0,00135	0,005	153,60	154,97	155,11	-0,30	0,30	0,300	152,98	152,84	1,99	2,27	4,80	VERIFICA
1	A	B	114	0,00135	0,001	153,60	156,85	156,51	0,30	0,30	0,300	155,65	155,31	1,20	1,20	4,80	VERIFICA
1	B	C	116	0,00135	0,003	153,60	156,51	156,16	0,30	0,30	0,300	155,15	154,80	1,36	1,36	4,80	VERIFICA
1	C	D	116	0,00135	0,004	153,60	156,16	155,81	0,30	0,30	0,300	154,64	154,29	1,52	1,52	4,80	VERIFICA
1	D	E	112	0,00135	0,005	153,60	155,81	155,47	0,30	0,30	0,300	154,13	153,79	1,68	1,68	4,80	VERIFICA
1	E	F	34	0,00135	0,028	153,60	155,47	155,37	0,29	0,30	0,300	151,61	151,50	3,86	3,87	4,80	VERIFICA
1*	G	F	56	0,00000	0,007	153,60	155,11	155,28	-0,30	0,30	0,300	152,68	152,51	2,43	2,77	4,80	VERIFICA
2	A	B	114	0,00135	0,001	153,60	156,62	156,28	0,30	0,30	0,300	155,42	155,08	1,20	1,20	4,80	VERIFICA
2	B	C	116	0,00135	0,003	153,60	156,28	155,93	0,30	0,30	0,300	154,92	154,57	1,36	1,36	4,80	VERIFICA
2	C	D	116	0,00135	0,004	153,60	155,93	155,58	0,30	0,30	0,300	154,41	154,06	1,52	1,52	4,80	VERIFICA
2	D	E	112	0,00135	0,005	153,60	155,58	155,24	0,30	0,30	0,300	153,90	153,56	1,68	1,68	4,80	VERIFICA
2	E	G	92	0,00135	0,001	153,60	155,24	154,97	0,29	0,30	0,300	154,04	153,76	1,20	1,21	4,80	VERIFICA
3	A	B	114	0,00135	0,001	153,60	156,39	156,05	0,30	0,30	0,300	155,19	154,85	1,20	1,20	4,80	VERIFICA
3	B	C	116	0,00135	0,003	153,60	156,05	155,70	0,30	0,30	0,300	154,69	154,34	1,36	1,36	4,80	VERIFICA
3	C	D	116	0,00135	0,004	153,60	155,70	155,35	0,30	0,30	0,300	154,18	153,83	1,52	1,52	4,80	VERIFICA
3	D	E	112	0,00135	0,005	153,60	155,35	155,01	0,30	0,30	0,300	153,67	153,33	1,68	1,68	4,80	VERIFICA
3	E	G	92	0,00135	0,001	153,60	155,01	154,74	0,29	0,30	0,300	153,81	153,53	1,20	1,21	4,80	VERIFICA
4	A	B	114	0,00135	0,003	153,60	156,17	155,83	0,30	0,30	0,300	154,80	154,46	1,37	1,37	4,80	VERIFICA
4	B	C	116	0,00135	0,004	153,60	155,83	155,48	0,30	0,30	0,300	154,30	153,95	1,53	1,53	4,80	VERIFICA
4	C	D	116	0,00135	0,005	153,60	155,48	155,13	0,30	0,30	0,300	153,79	153,44	1,69	1,69	4,80	VERIFICA
4	D	E	112	0,00135	0,007	153,60	155,13	154,79	0,30	0,30	0,300	153,28	152,94	1,85	1,85	4,80	VERIFICA
F	1	SALIDA		TOTAL	0,036570												

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO</p> <p>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</p> <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			

XVIII. A. 4.-MATRIZ DE LEOPOLD

Tabla N°XVIII-4. Matriz de Leopold

Categoría	Componentes ambientales	ACCIONES PARÁMETROS	ACCIONES CON POSIBLES EFECTOS																																	EVALUACIONES																																													
			CONSTRUCCIÓN																										OPERACIÓN																																																				
			Hidráulica							Red de Agua							Red de Cloaca							Estación de Bombeo																																																									
			Limpeza y desmonte del terreno	Excavación	Transporte de suelo	Compactación	Hormigonado	Utilización de maquinaria	Carga, descarga y transporte de material	Limpeza del terreno	Excavación	Acopio y descarga de materiales	Compactación	Transporte y acareo de material	Perfilado y colocación de la cañería	Prueba hidráulica	Limpeza y desinfección	Limpeza del terreno	Excavación	Acopio y descarga de materiales	Compactación	Transporte y acareo de material	Perfilado y colocación de la cañería	Prueba hidráulica	Limpeza y desinfección	Limpeza del terreno	Excavación	Acopio y descarga de materiales	Compactación	Transporte y acareo de material	Perfilado y colocación de la cañería	Prueba hidráulica	Limpeza y desinfección	Tránsito vehicular	Operación		Tránsito Vehicular	Generación de RSU	Generación de residuos cloacales	Generación de viviendas	Generación de espacios verdes	Generación de ruido																																							
Medio Físico	Suelo	Calidad	4	3	3	1		4	2				4	3	3	1		4	2				3	3	4	3	3	1		4	2			3	3	3	2	2	1		3	1	2		3	3	4	3		3	2		-24	-23																											
		Capacidad del uso	4	4			3	2	3	1				4	4			3	1		2	2			4	4			3	1		2	2			2	3			3	1		4	4						-4	-12																														
		Permeabilidad	3	3	2	1	2	3	3	4	4	4	2	3	2	3	3	3	2	1	2	1	3	4	1	2		3	2	2	1	2	1	2	3	1	1		3	3		3	3	3	3					-53	-54																														
	Agua	Calidad del agua	3	2	3	1	3	2					3	2	3	2							3	3		3	2	3	2	3	2	2						4	3	4	4		4	3					-29	-17																															
		Disminución de recursos hídricos												2	1							2	1			3	2	2	1	2	1					1	1											-5	-3																																
		Escurrimiento	3	2				2	2	2	2			3	2					2	2				3	2			2	2										2	2	1	2					21	18																																
	Aire	Calidad	4	4	4	4	4	3	4	3	3	1	4	5		4	4	3	3	3	3	4	3	3	3	2	2		4	4	3	4	3	3	2	2	3	4	4	2	3	4	3	3					-86	-84																															
		Ruido y vibraciones	4	3	4	1	4	3	4	5	4	3	4	5	4	3	2	2	4	3		4	3	3	3	2	2	4	3		3	3	2	3	3	3				3	3		3	3					-105	-95																															
		Partículas en suspensión										3	1							3	1										2	1					1	2											-9	-5																															
Medio Biótico	Flora	Diversidad y abundancia de especies	4	4	2	2					3	3	2	2			4	3	3	3	2	2			4	3	2	2	2	1				2	2		3	1		2	1	2	2	4	4					-33	-28																														
		Alteración del hábitat	4	4	3	2	4	1			3	1			3	3	2	2							2	2	2	1							1	2		3	2		3	1	4	3	4	3				-35	-26																														
	Fauna	Diversidad y abundancia de especies	4	3	2	2					3	3	2	2			3	3	2	2					2	2	2	1							3	1		2	1	2	2	4	4	3	1					-26	-19																														
		Alteración del hábitat	4	3	3	2					3	1			3	3	2	2			4	3	3	3	2	2		4	3	2	2	1				1	2		3	2		3	1	4	3	4	3	3	2			-39	-32																												
Medio socio-económico	Económico	Aumento de la actividad económica	4	4	3	1	3	4	3	1	4	5	3	1	2	4	2	2	2	2	2			4	2	3	1	4	5	3	1	2	4	2	2	2	2		2	1	3	1	3	4	2	1	2	3	2	2	2	2				79	70																								
		Cambio en el valor de la tierra	4	3	3	2	3	3	3	2	4	3			4	3	3	2		3	1			4	3	3	2		3	2		3	1			2	2		2	2		4	4		4	4					61	43																													
		Infraestructura	2	1	3	1	2	1	2	2			2	1	3	1			2	1			2	1	2	1	3	1			2	1	3	1			2	1					3	3							27	14																													
	Social	Crecimiento demográfico																																																	4	4																													
		Modo de vida						2	1																											1	2	2	2	4	2	2	3		3	2	4	4	4	1		8	5																												
		Estético-Paisajismo	3	1	3	3	4	1				3	1	3	2					3	1	3	2					3	1	2	1											3	3		2	2	4	4					-3	-3																											
EVALUACIONES			-22	-22	-20	-15	-10	-3	6	-2	1	2	-12	-11	-5	-4	-18	-22	-16	-17	-5	-1	1	-5	-4	-3	4	4	-4	-2	-16	-12	-18	-22	-16	-17	-4	-1	1	-4	-3	6	4	-4	-2	-16	-12	-10	-16	-11	-11	-4	-1	1	-3	-2	-3	6	5	-2	-2	-8	-8	-13	-16	0	-1	-10	-6	-18	-17	-22	-13	-7	-7	38	35	-13	-7		

Elaboró:	Andrés, Ignacio	Código:	TF – A – 2018
Revisó:	Ganancias - Fontana	Emisión:	Agosto 2020
Autorizó:	Ganancias - Fontana	Revisión:	01
<p>DOCUMENTO CONTROLADO</p> <p>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</p> <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>			
		Página 224 de 226	



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: LOCALIDAD DE CHAZÓN Y TERRENO

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

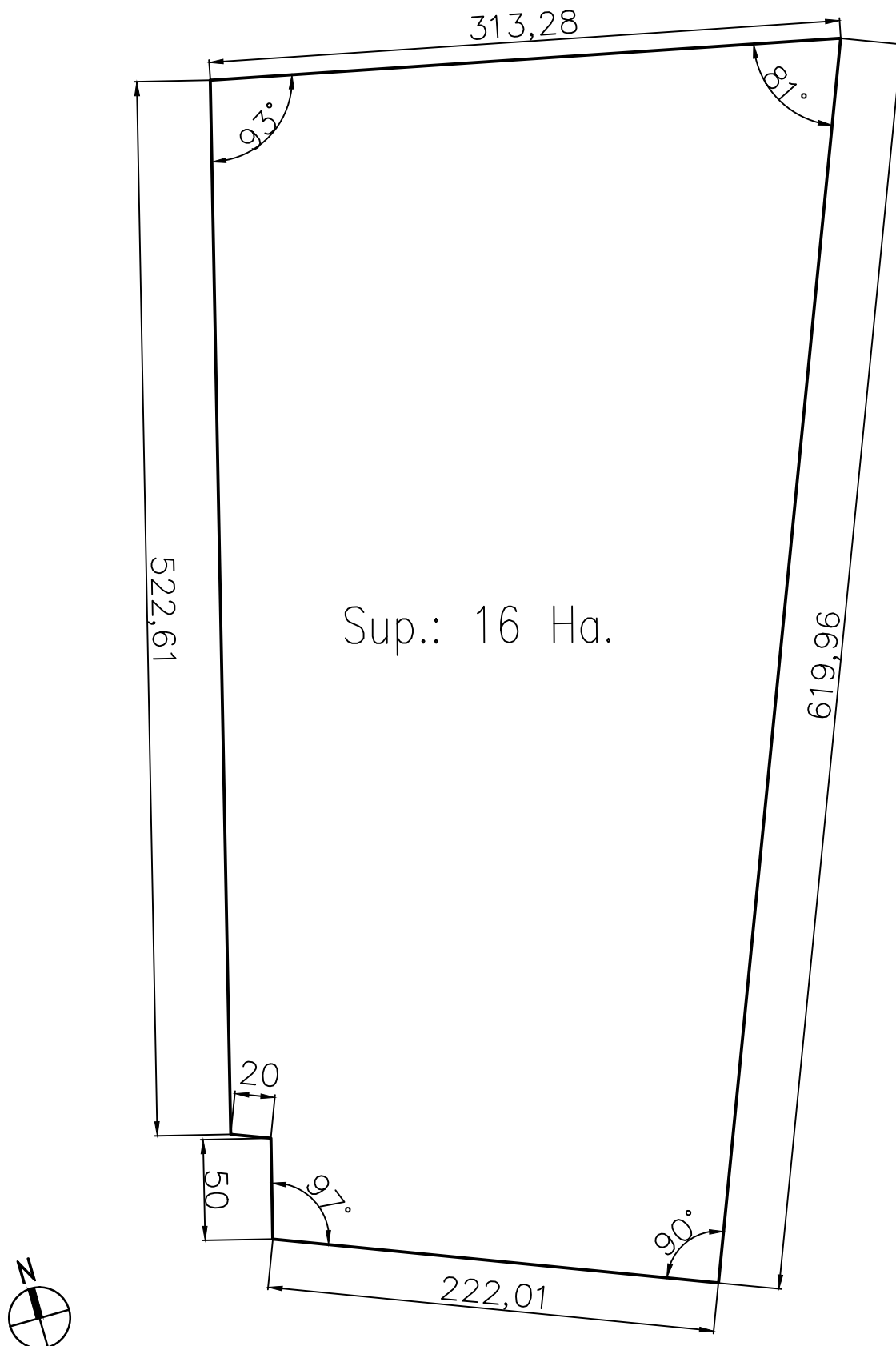
EMISIÓN: AGOSTO 2020

REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA 1:5.000

AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 001



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: DIMENSIONES DE LOTE

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

EMISIÓN: AGOSTO 2020

REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA 1:3.000

AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 002



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: LOTE0

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

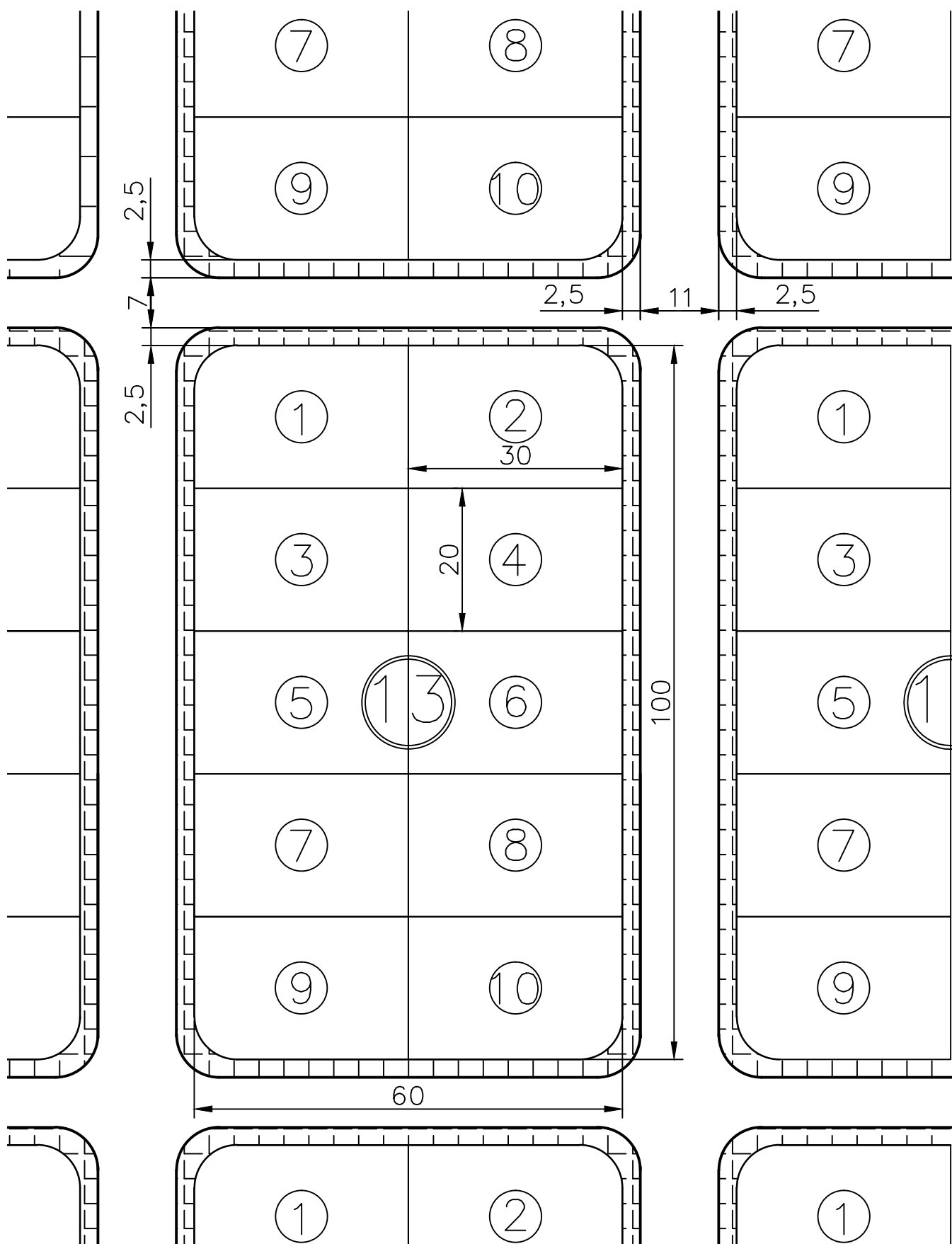
EMISIÓN: AGOSTO 2020


REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

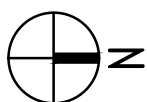
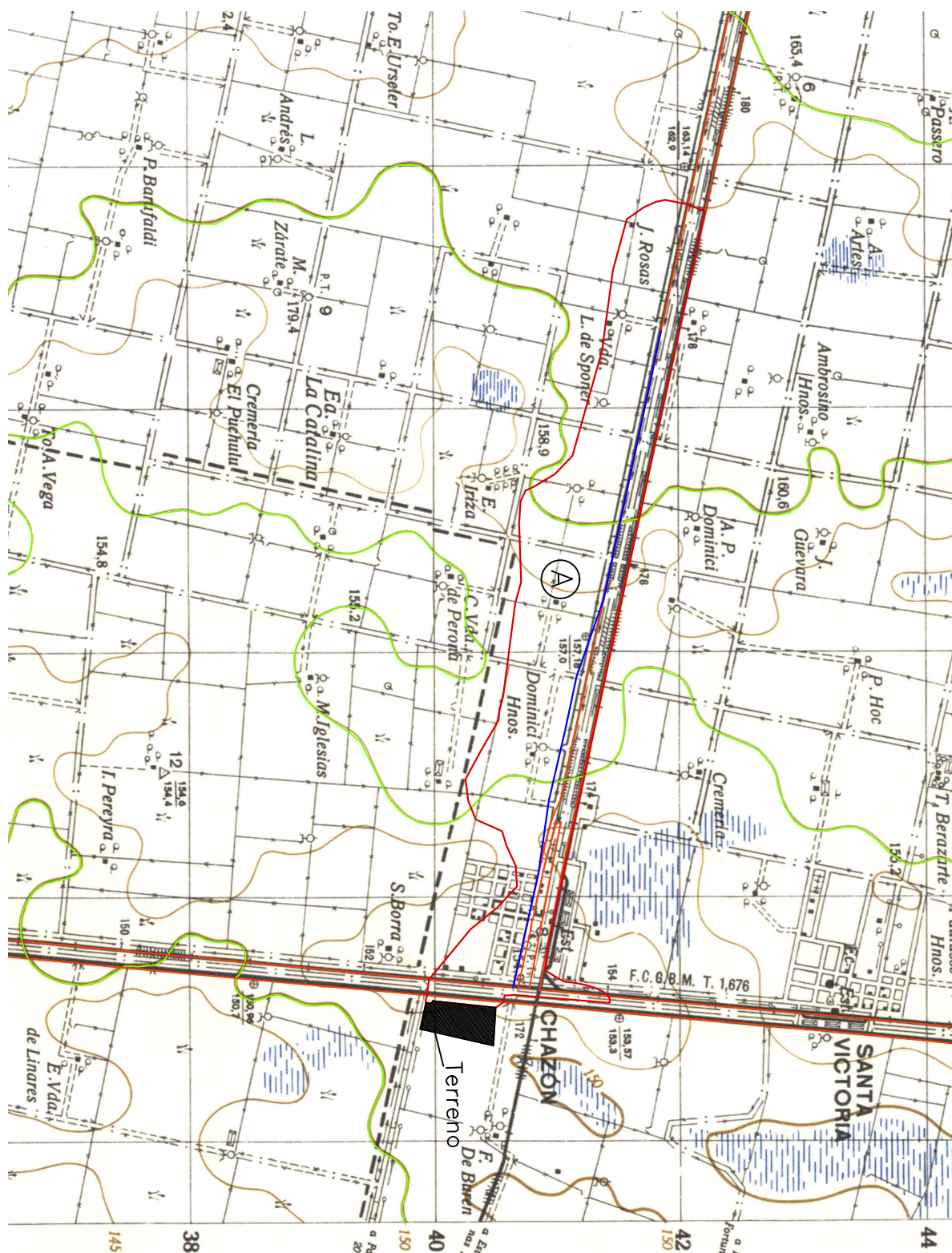
ESCALA 1:3.000

AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 003



 <p>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>	<p>FACULTAD DE INGENIERÍA</p>
<p>PLANO: MANZANA TIPO</p>	<p>CÓDIGO: TF_A_2018</p>
<p>ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio</p>	<p>EMISIÓN: AGOSTO 2020</p>
<p>REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS</p>	<p>ESCALA 1:750</p>
<p>AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS</p>	<p>PLANO N° 004</p>



Referencias:

■ Cuenca

■ Cauce

■ Curvas de nivel equidistantes 5 m

■ Terreno en estudio



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: CUENCA EXTERNA EN CARTA IGM

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

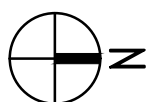
EMISIÓN: AGOSTO 2020

REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA 1:50.000

AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 006



Referencias:

■ Cuenca ■ Terreno en estudio
■ Cauce



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: CUENCA EXTERNA EN GOOGLE EARTH

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

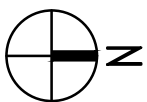
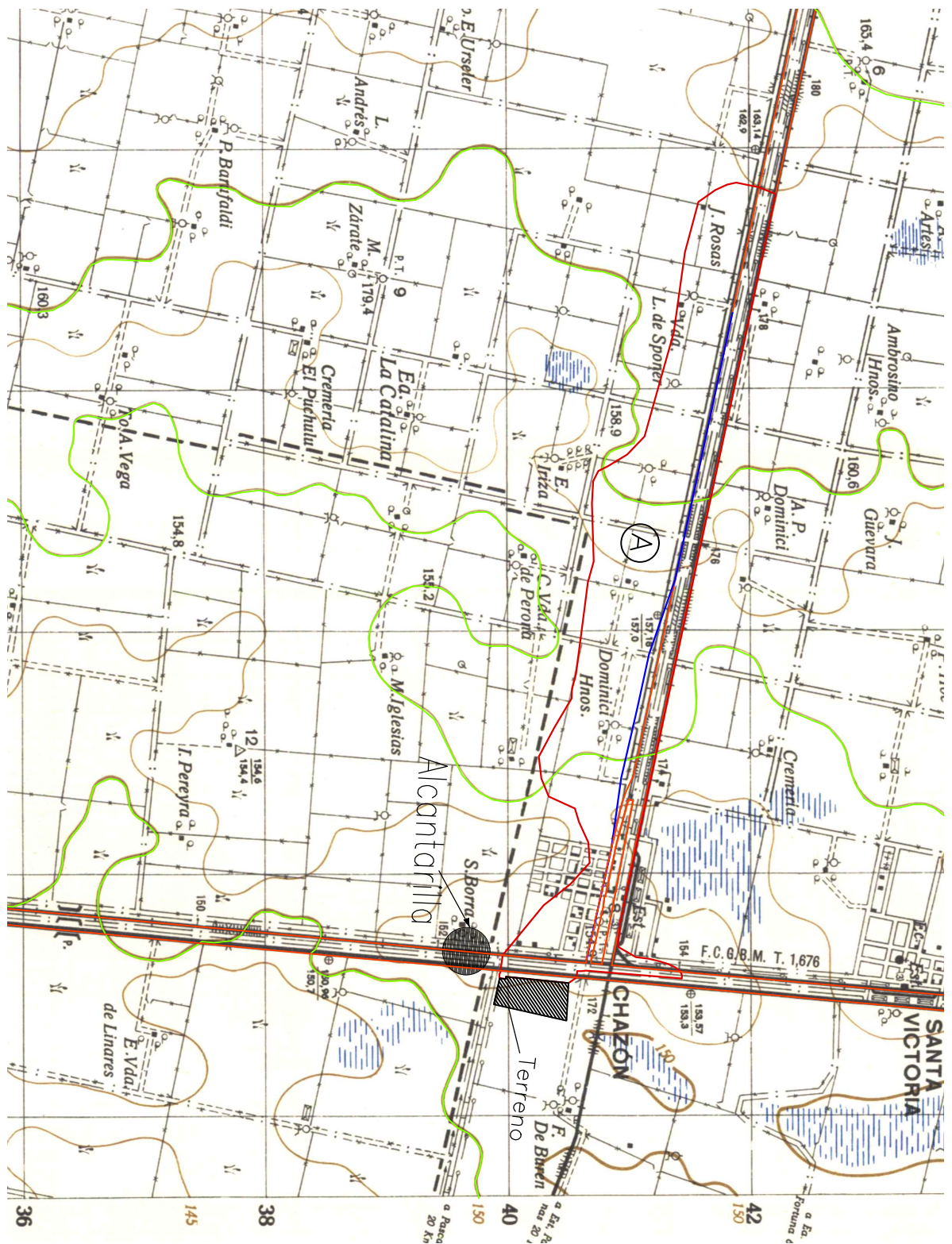
EMISIÓN: AGOSTO 2020

REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA 1:50.000

AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 007



Referencias:

■ Cuenca

■ Curvas de nivel equidistantes 5 m

■ Cauce

■ Terreno en estudio



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: UBICACIÓN DE ALCANTARILLA

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

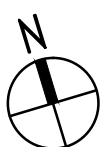
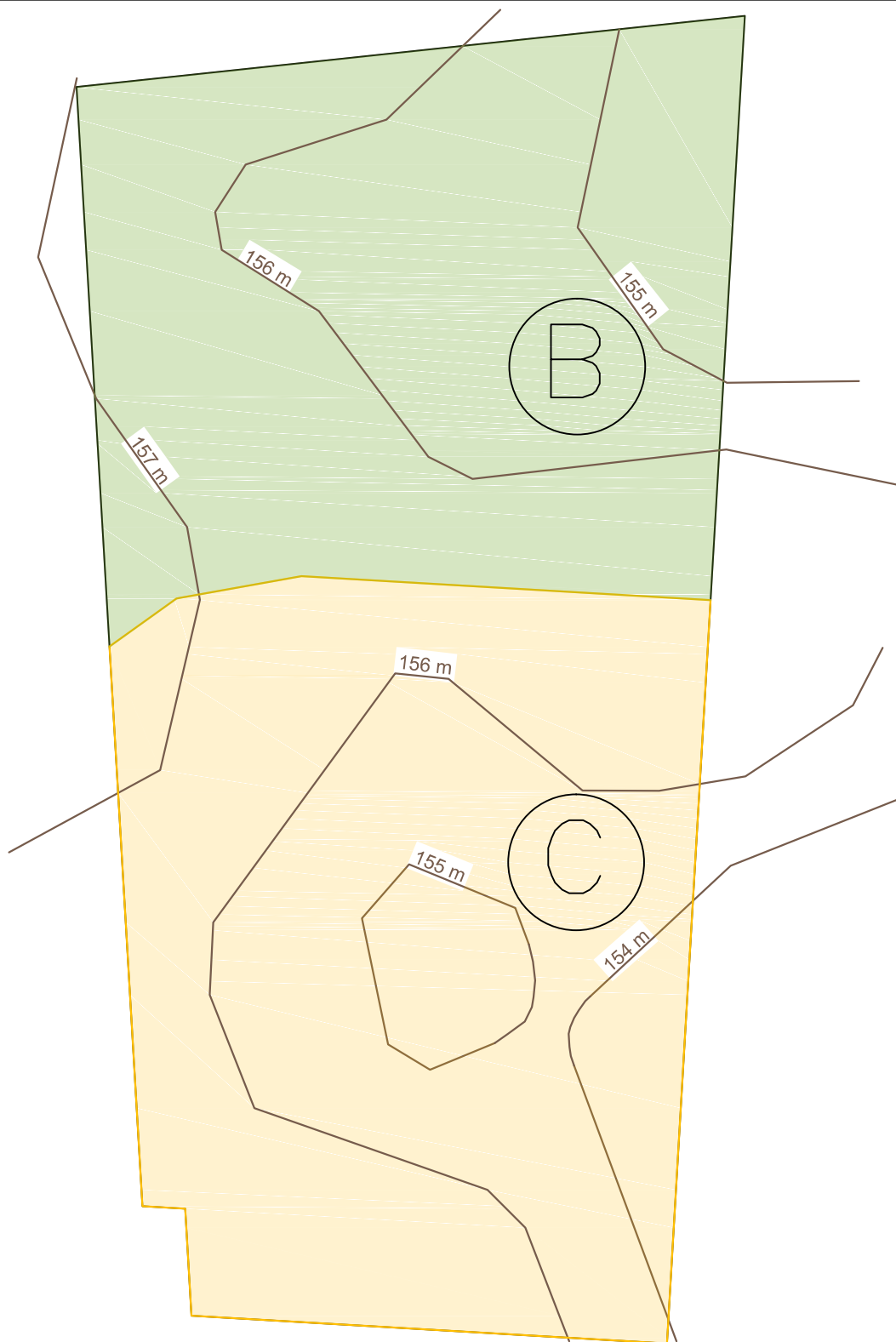
EMISIÓN: AGOSTO 2020

REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA 1:50.000

AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 008



Referencias:

- Cuenca B
- Cuenca C
- Curvas de nivel equidistantes 1 m
- Cauce



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: CUENCA INTERNA ANTES DE LA
URBANIZACIÓN

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

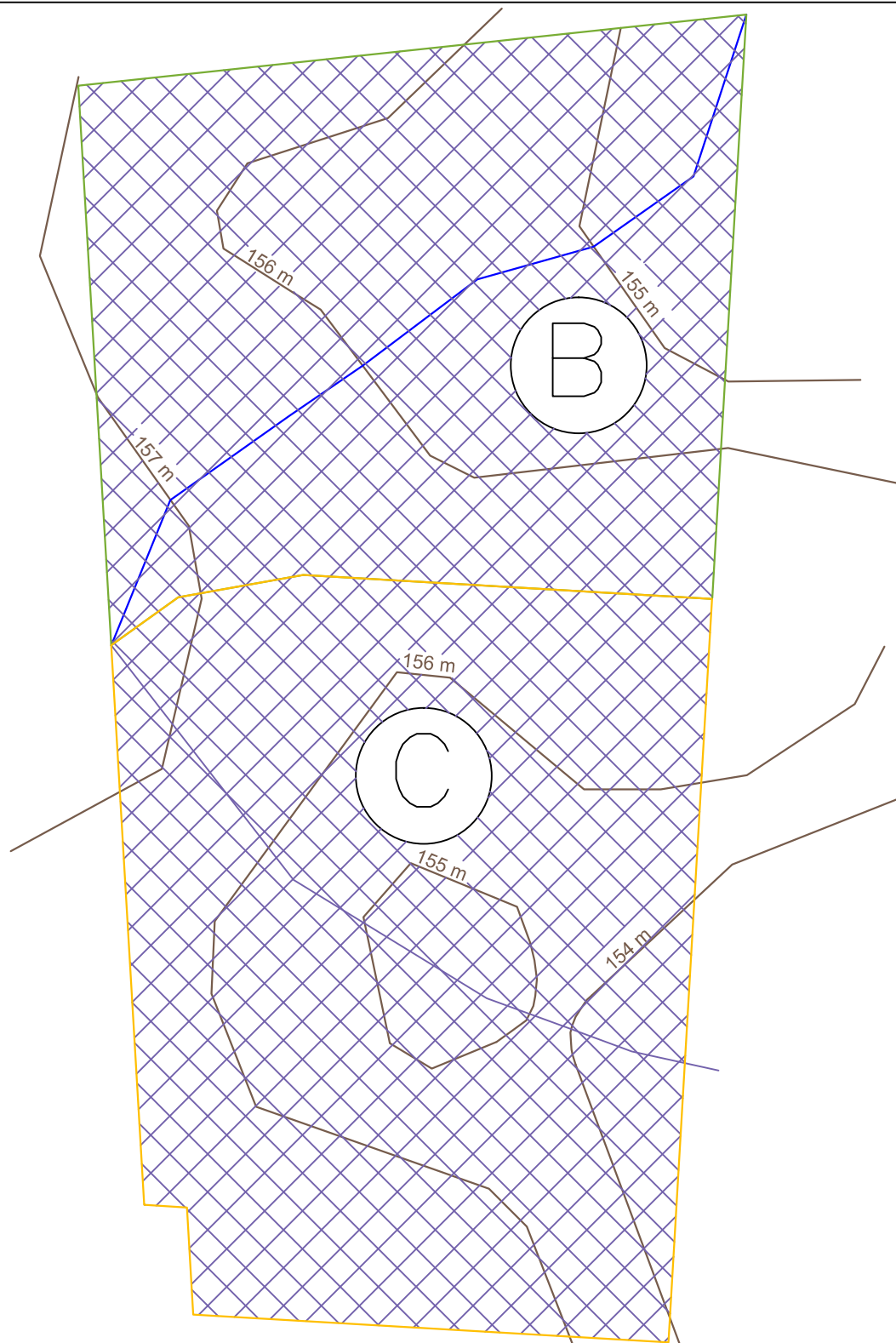
EMISIÓN: AGOSTO 2020

REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA 1:3.000

AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 009



Referencias:

- Cuenca B ■ Curvas de nivel equidistantes 1 m
- Cuenca C ■ Uso de suelo: Plantación cereales



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: CUENCA INTERNA USOS DE SUELO

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

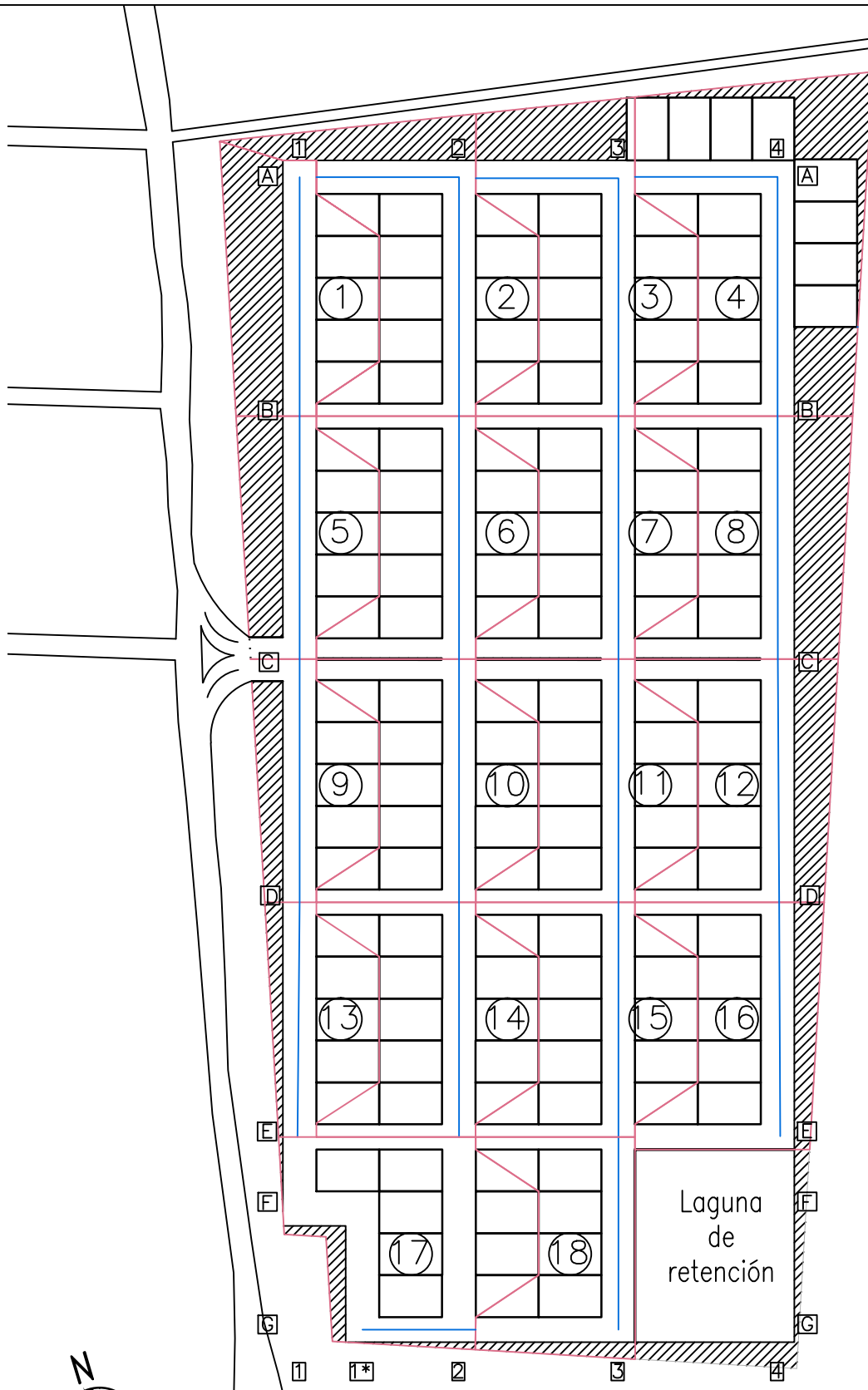
EMISIÓN: AGOSTO 2020

REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA 1:3.000

AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 010



Referencias:  Designación de las cuencas
 Cuencas  Cauce



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: CUENCAS INTERNAS DESPUÉS DE LA
URBANIZACIÓN

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

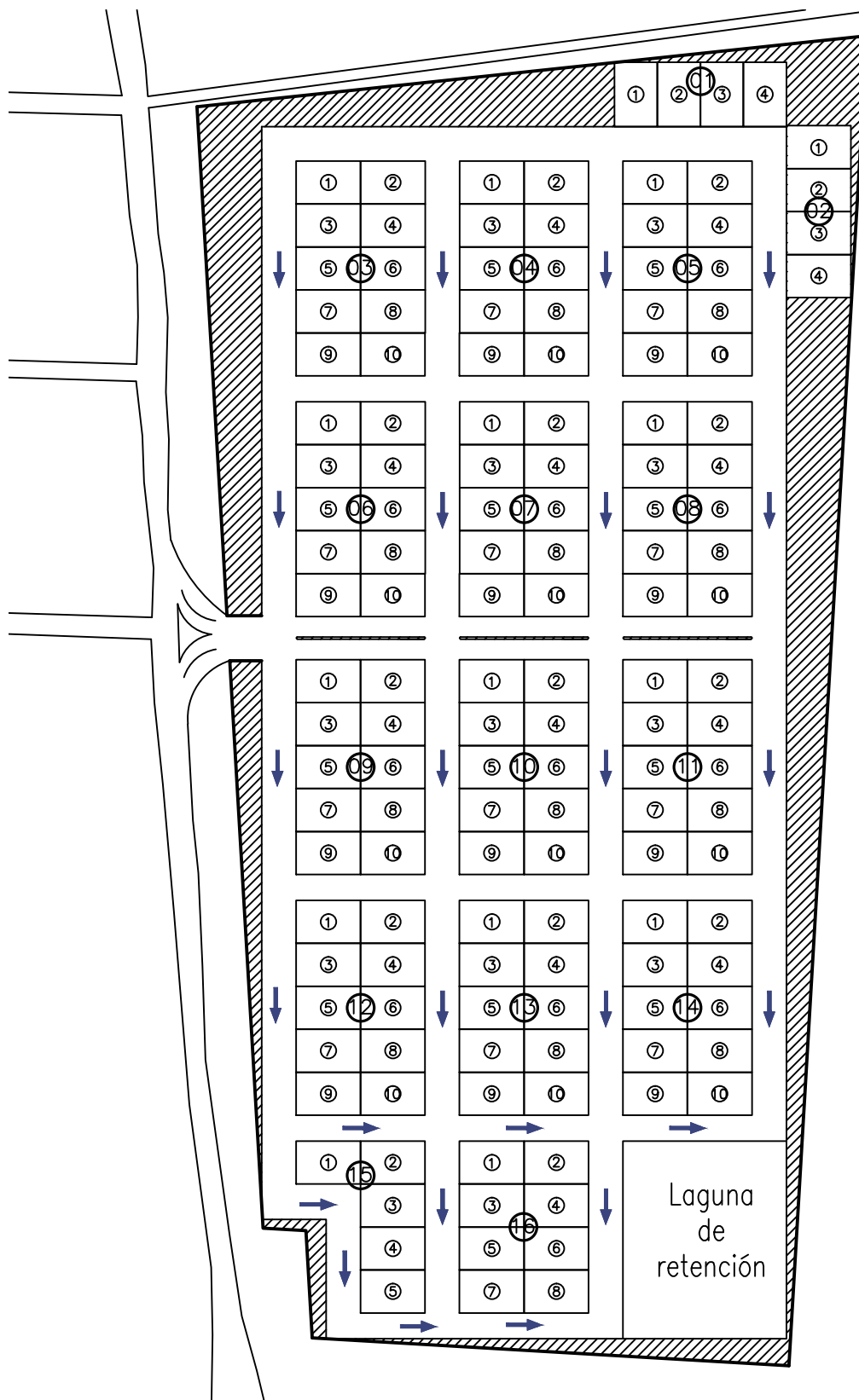
EMISIÓN: AGOSTO 2020

REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA 1:3.000

AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 011



Referencias:

■ Circulación del escurrimiento superficial



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: ESCORRENTÍA SUPERFICIAL

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

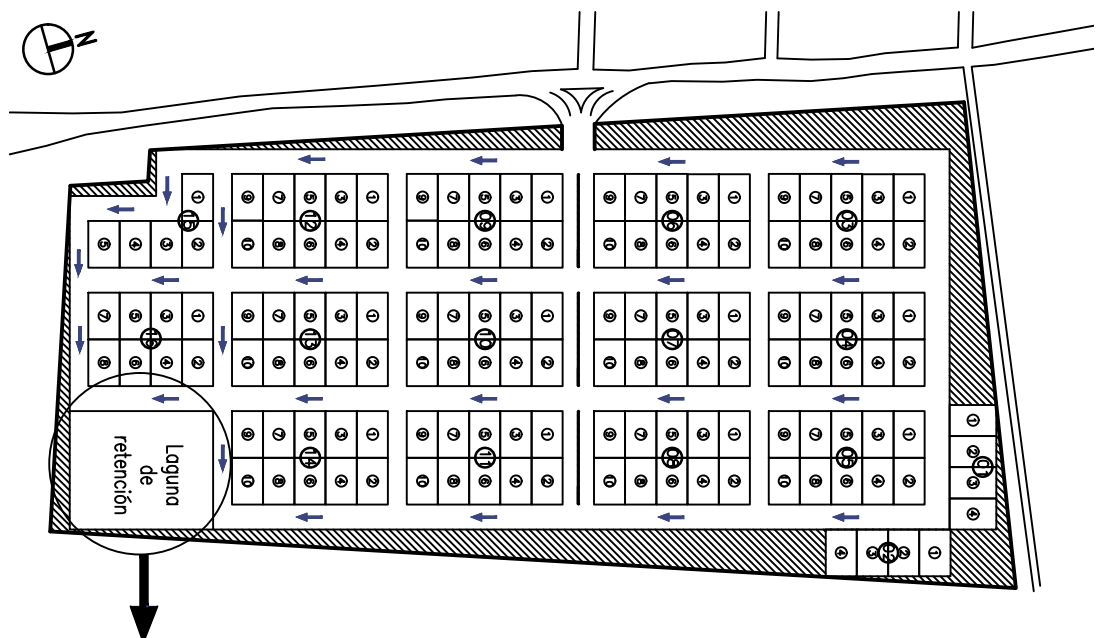
EMISIÓN: AGOSTO 2020

REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

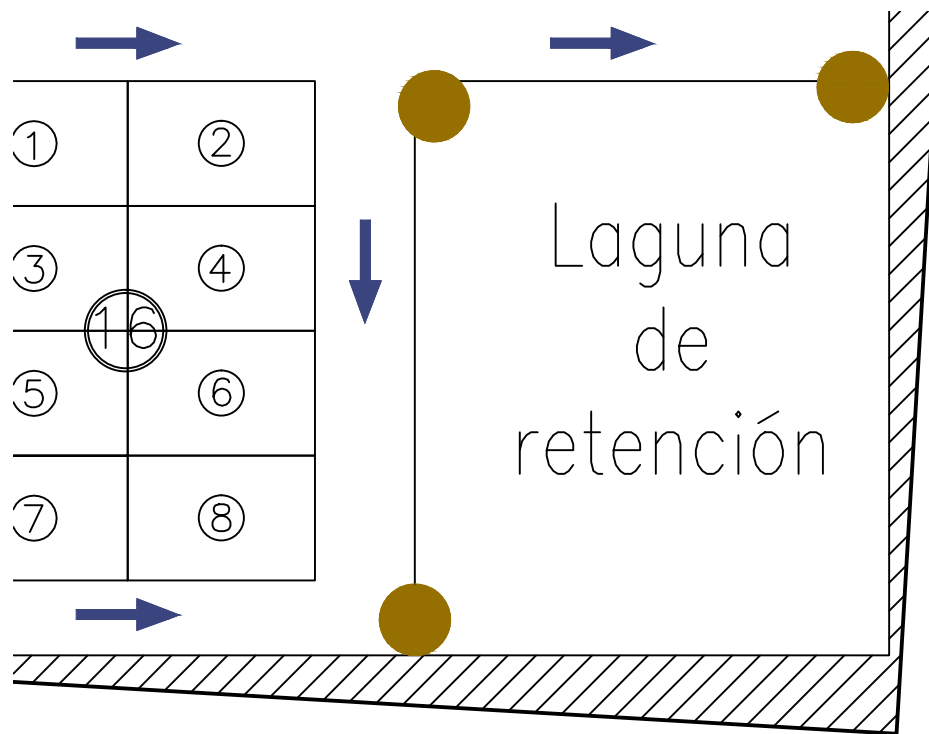
ESCALA 1:3.000

AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 012



DETALLE 1-1



DETALLE 1-1

Referencias:

- Circulación del escurrimiento superficial
- Puntos de ingreso de agua a la laguna



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: PUNTOS DE INGRESO DEL AGUA A LA
LAGUNA DE RETENCIÓN

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

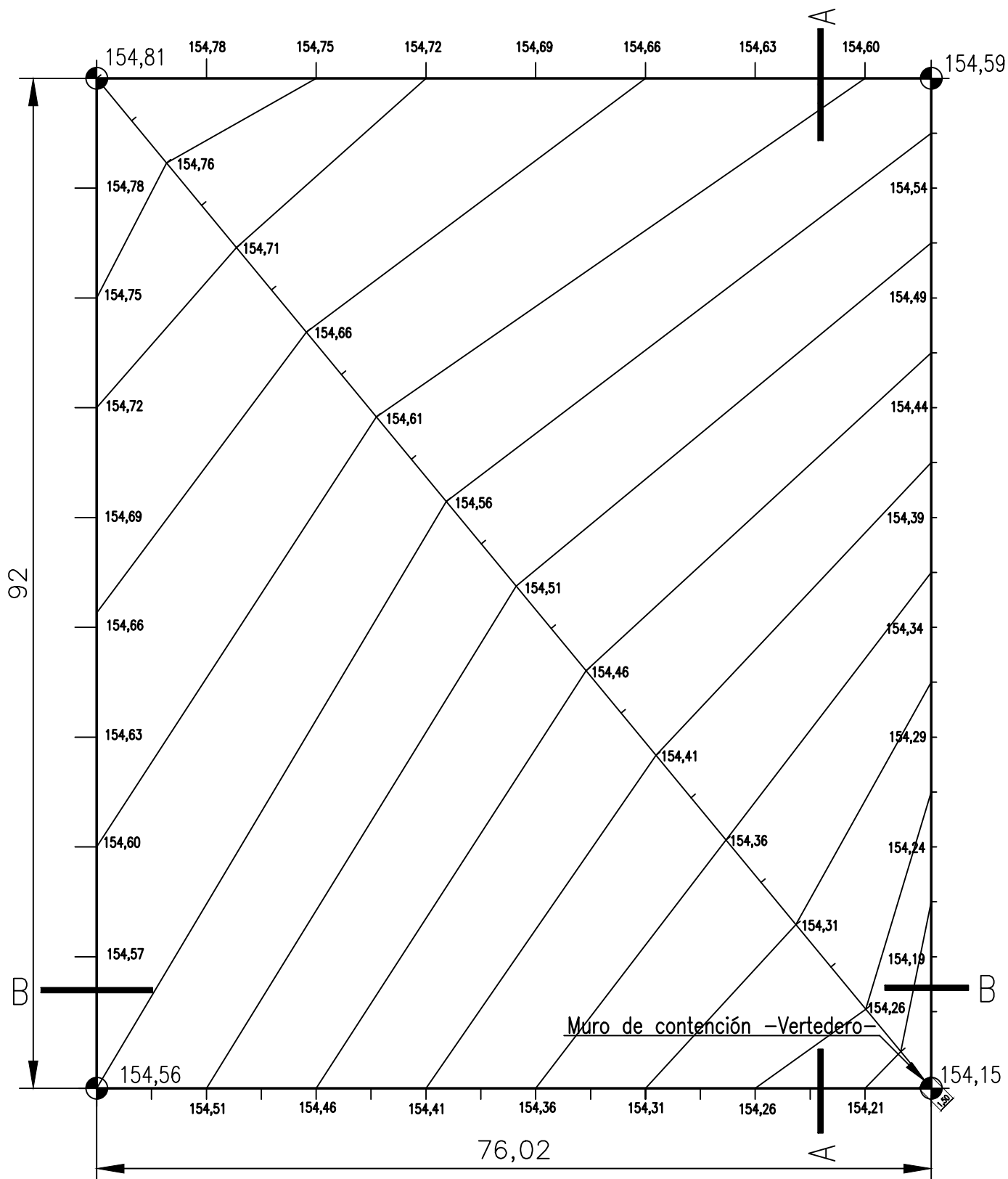
EMISIÓN: AGOSTO 2020

REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA REPRESENTATIVA

AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 013



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: LAGUNA DE RETENCIÓN, CON CURVAS
DE NIVEL

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

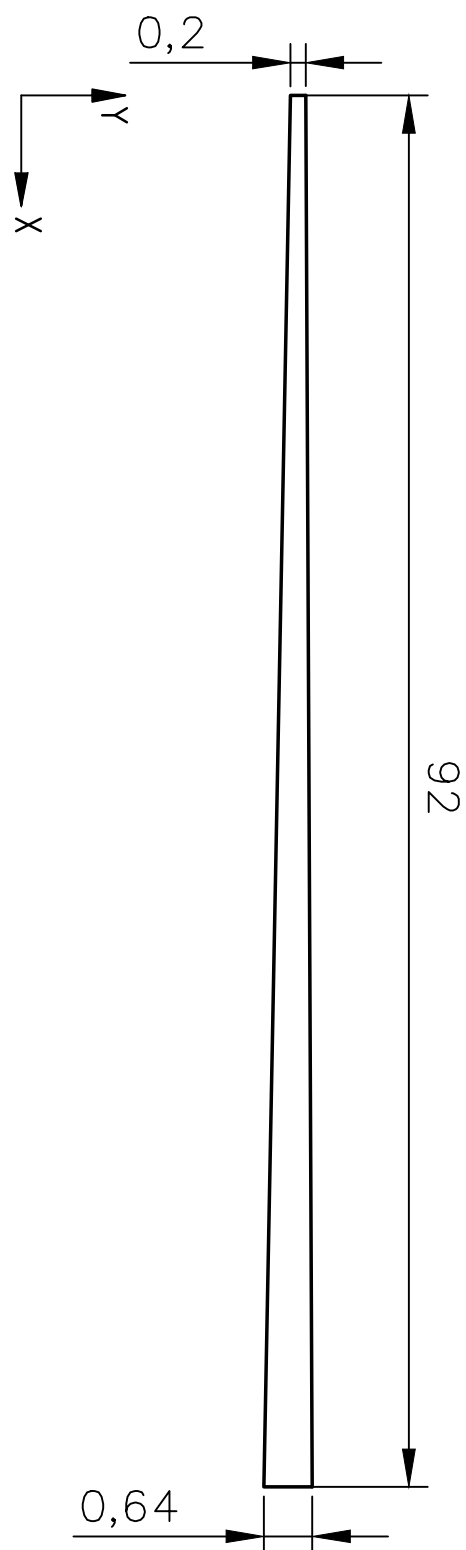
EMISIÓN: AGOSTO 2020

REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA 1: 500

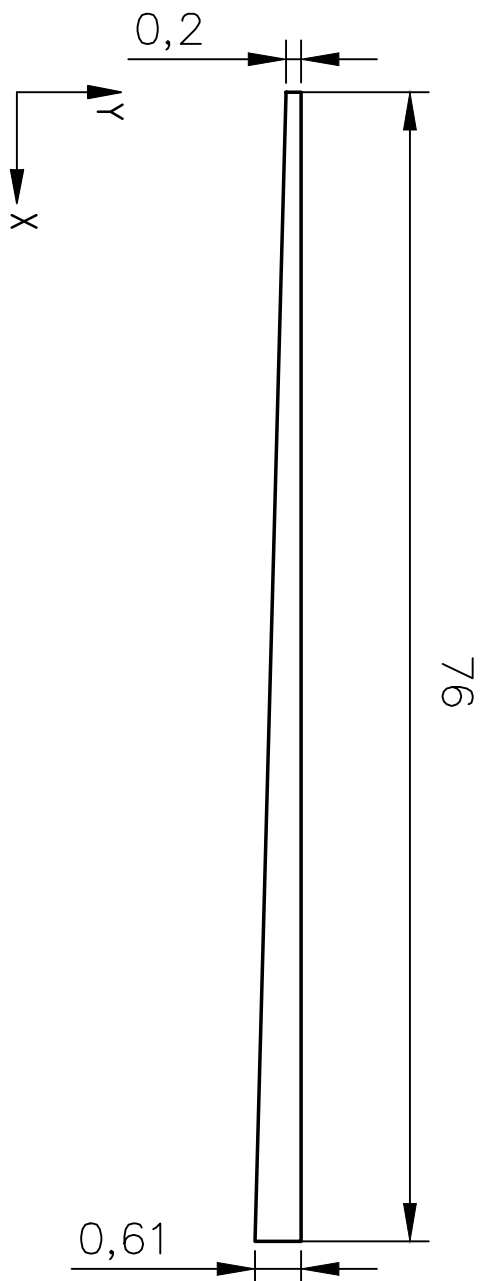
AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 014



CORTE A-A LAGUNA DE RETENCIÓN

Esc. X: 1:500 / Esc. Y: 1:100



CORTE B-B LAGUNA DE RETENCIÓN

Esc. X: 1:500 / Esc. Y: 1:100



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: CORTES DE LAGUNA DE RETENCIÓN

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

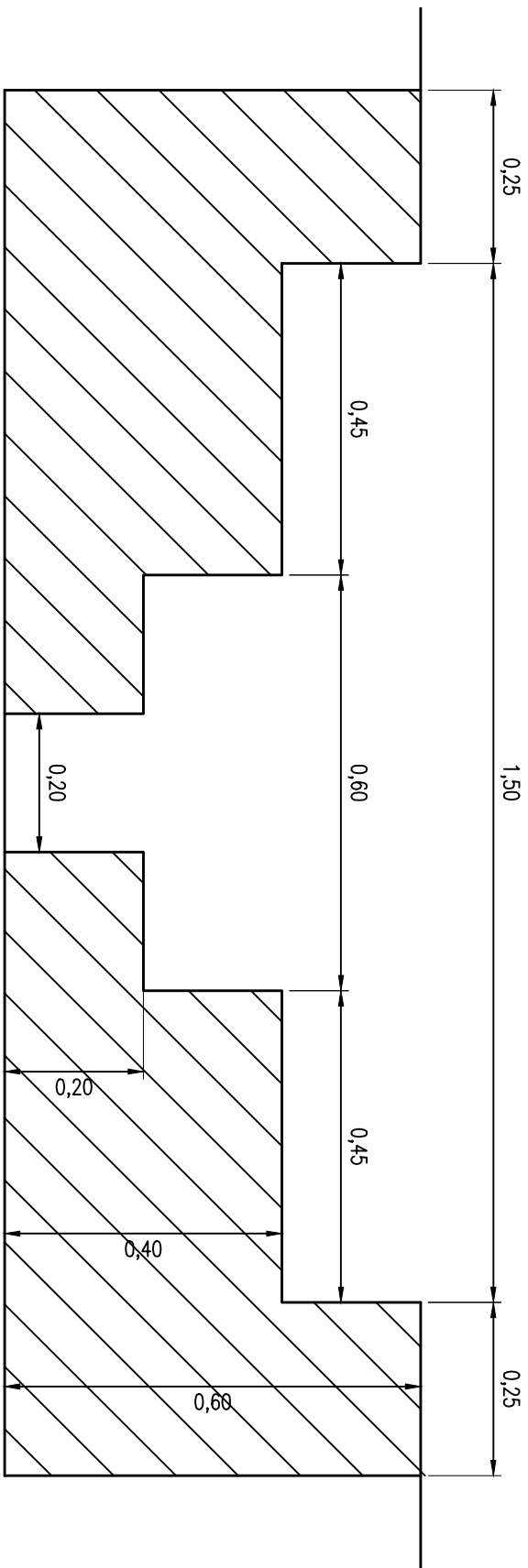
EMISIÓN: AGOSTO 2020

REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA INDICADA

AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 015



CORTE VERTEDERO DE LAGUNA DE RETARDO

Esc. 1:10



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: VERTEDERO DE LAGUNA

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

EMISIÓN: AGOSTO 2020

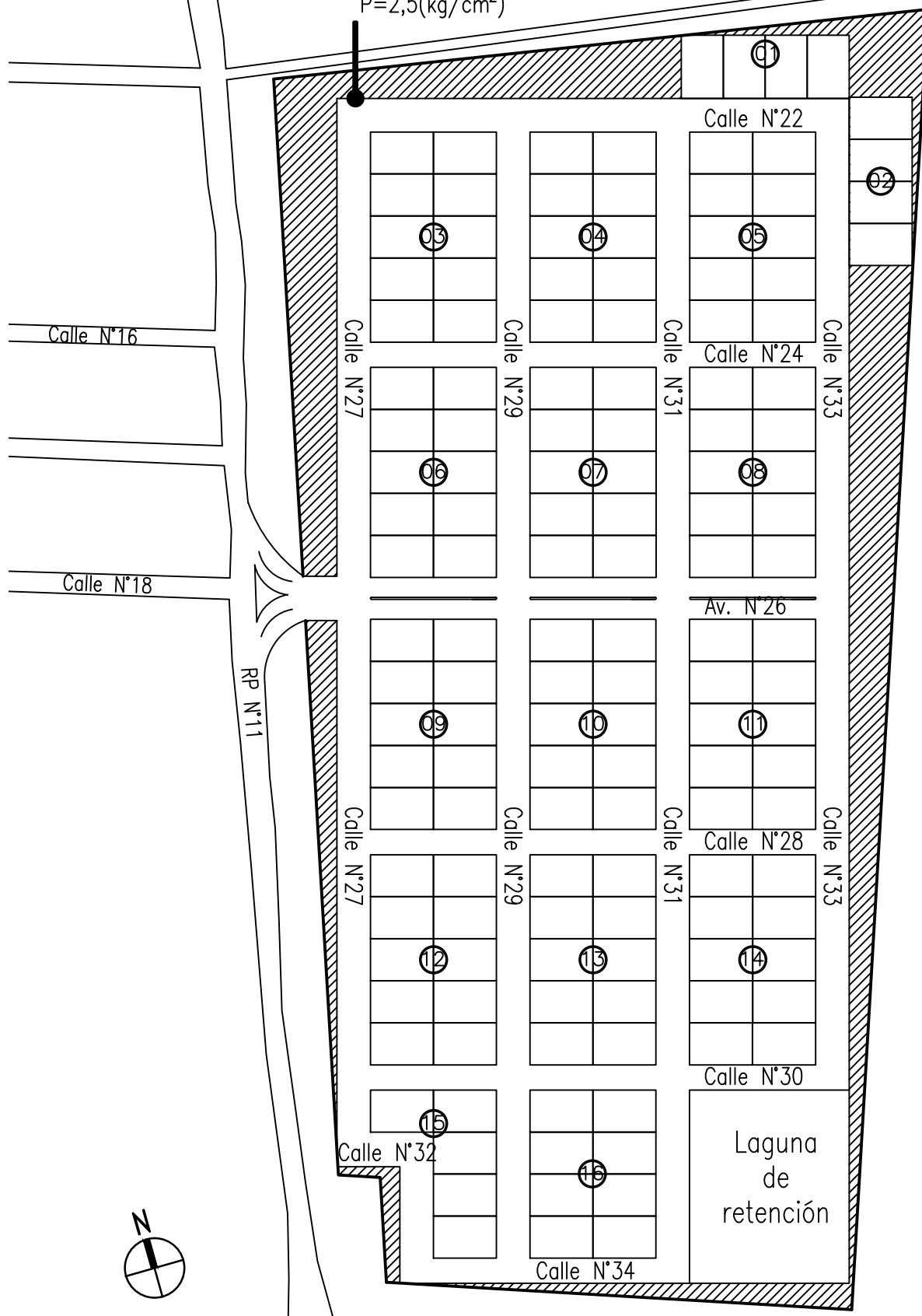
REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA 1:10

AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 016

PUNTO DE CONEXIÓN
 $P=2,5(\text{kg}/\text{cm}^2)$



UNIVERSIDAD CATÓLICA
 DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
 INGENIERÍA

PLANO: PUNTO DE CONEXIÓN A LA RED

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

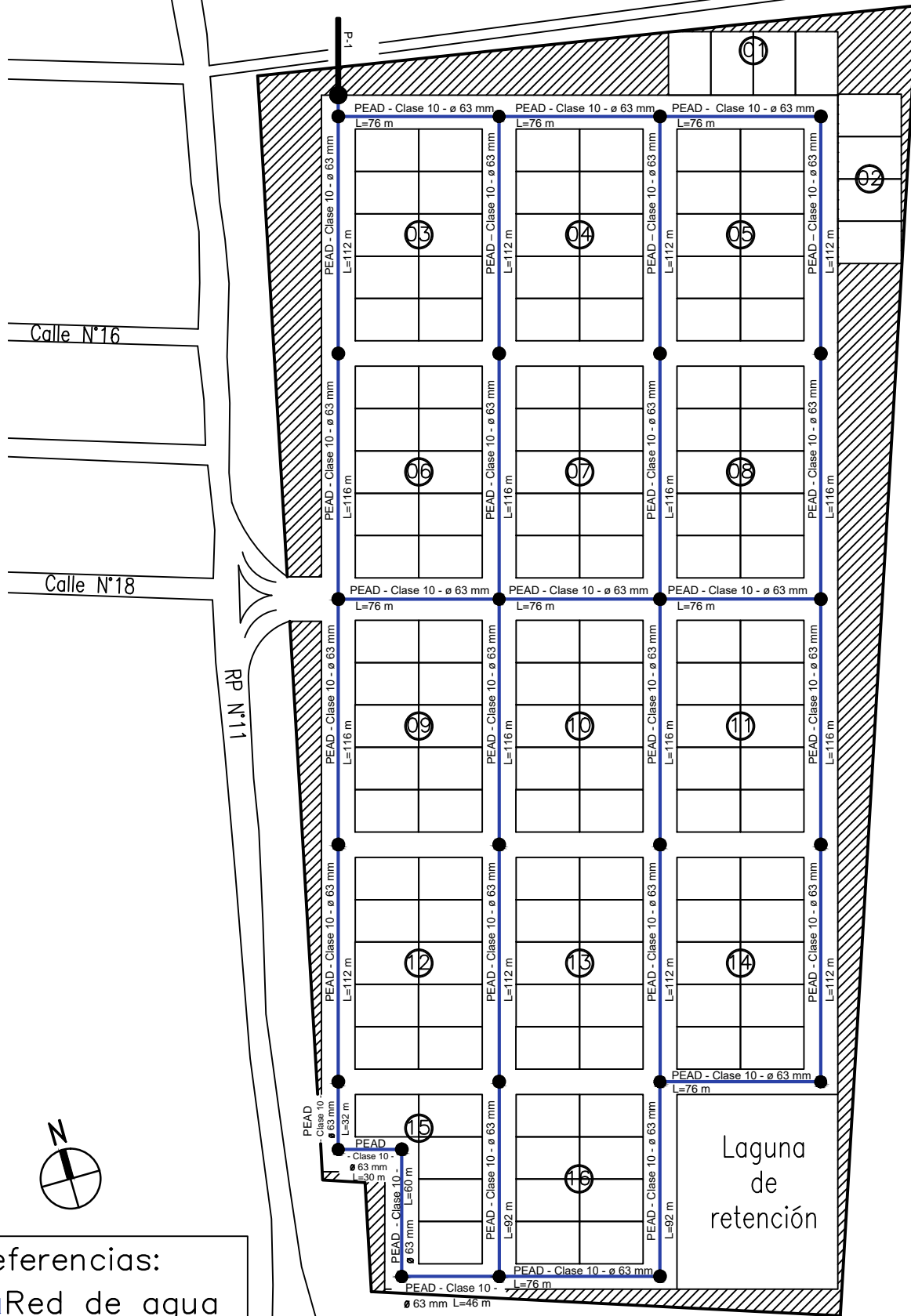
EMISIÓN: AGOSTO 2020

REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA 1:2.800

AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 017



Referencias:

■ Red de agua



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: DISEÑO EN PLANTA RED DE AGUA
POTABLE

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

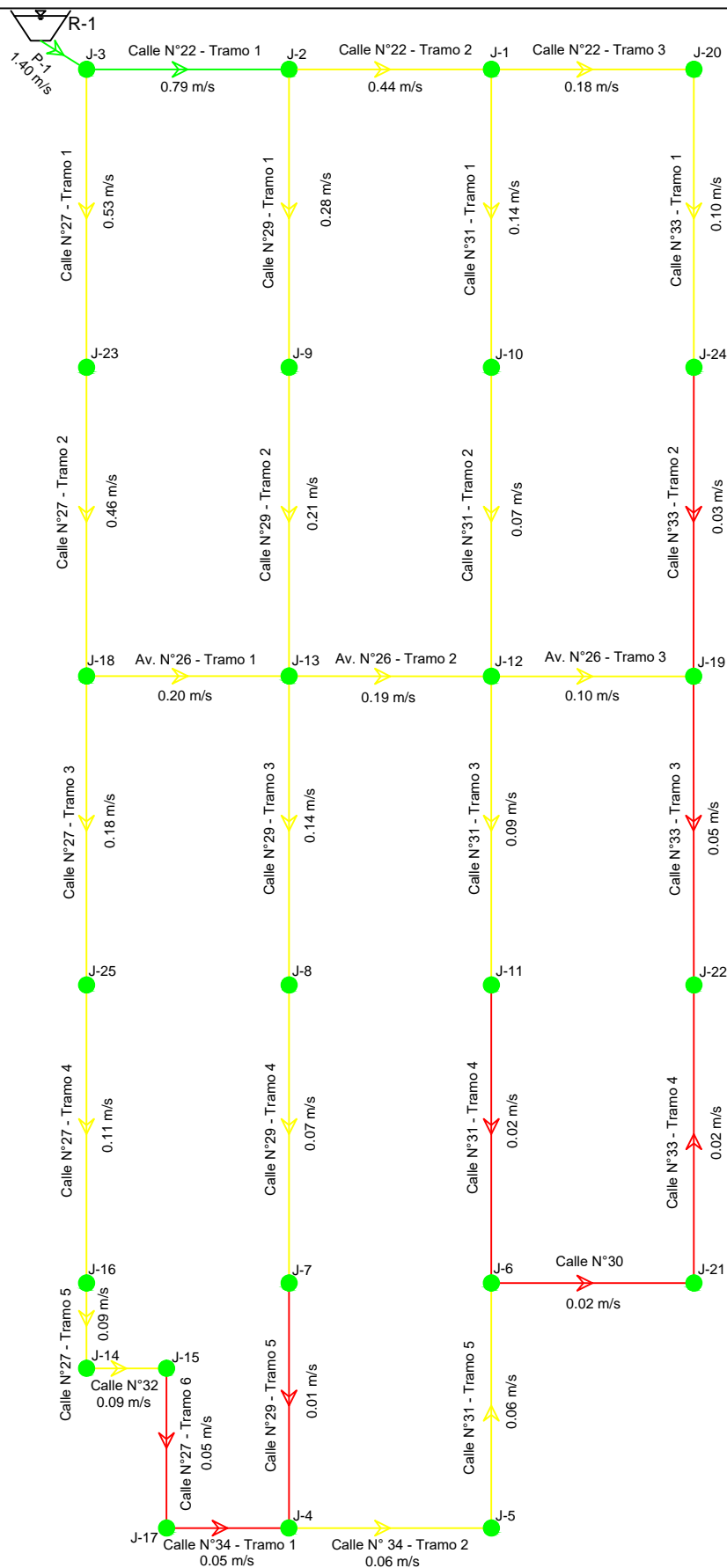
EMISIÓN: AGOSTO 2020

REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA 1:2.800

AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 018



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: VELOCIDAD DE RED DE AGUA
POTABLE

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

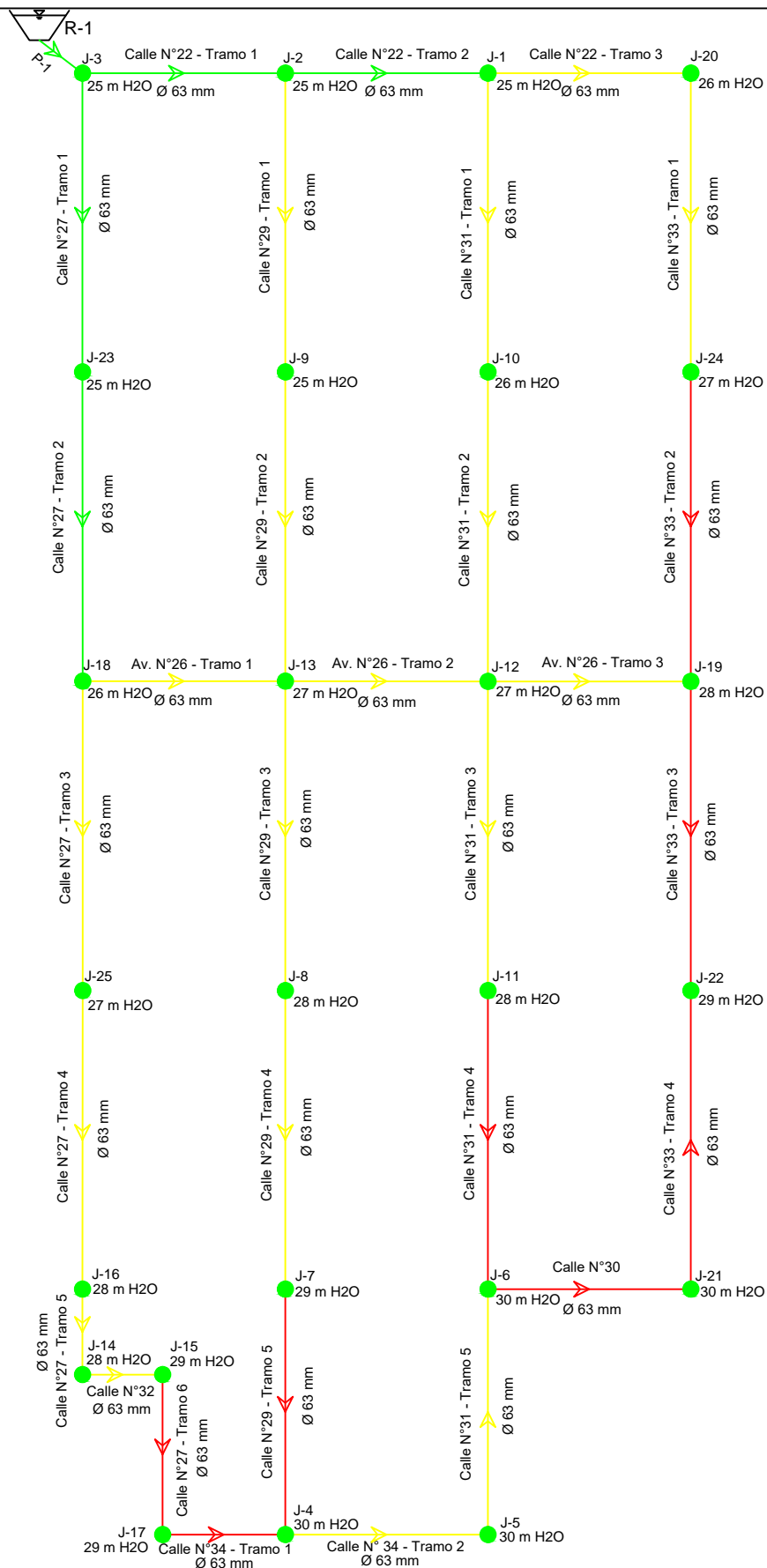
EMISIÓN: AGOSTO 2020

REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA: REPRESENTATIVA

AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: PRESIÓN EN LOS NODOS DE RED DE
AGUA POTABLE

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

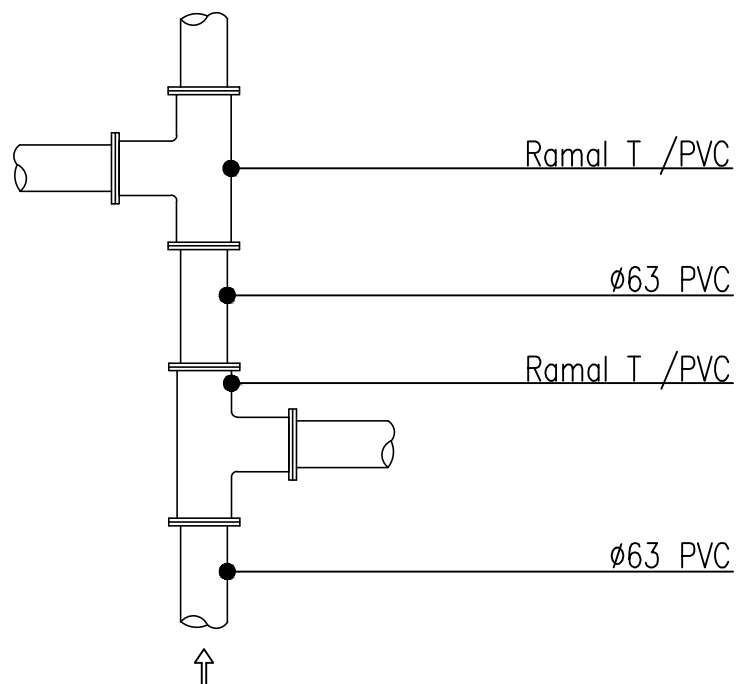
EMISIÓN: AGOSTO 2020

REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA: REPRESENTATIVA

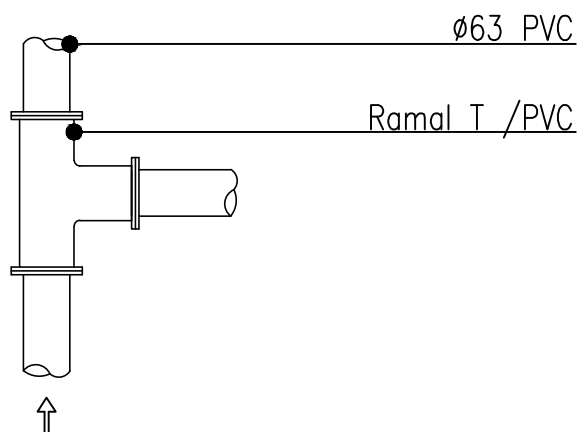
AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 020



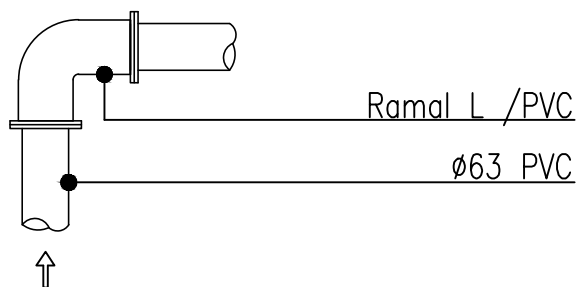
DETALLE UNIÓN DOBLE T

1:10



DETALLE UNIÓN T

1:10



DETALLE UNIÓN CODO

1:10



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: DETALLES DE CONEXIÓN, RED DE
AGUA POTABLE

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

EMISIÓN: AGOSTO 2020

REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA: Indicadas

AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 021



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: UBICACIÓN ESTACIÓN DE BOMBEO

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

EMISIÓN: AGOSTO 2020

REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA 1:5.000

AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 022



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: CROQUIS DEL TRAZADO DE LA RED
CLOACAL CON COTAS DE CENTRO DE CALZADA

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

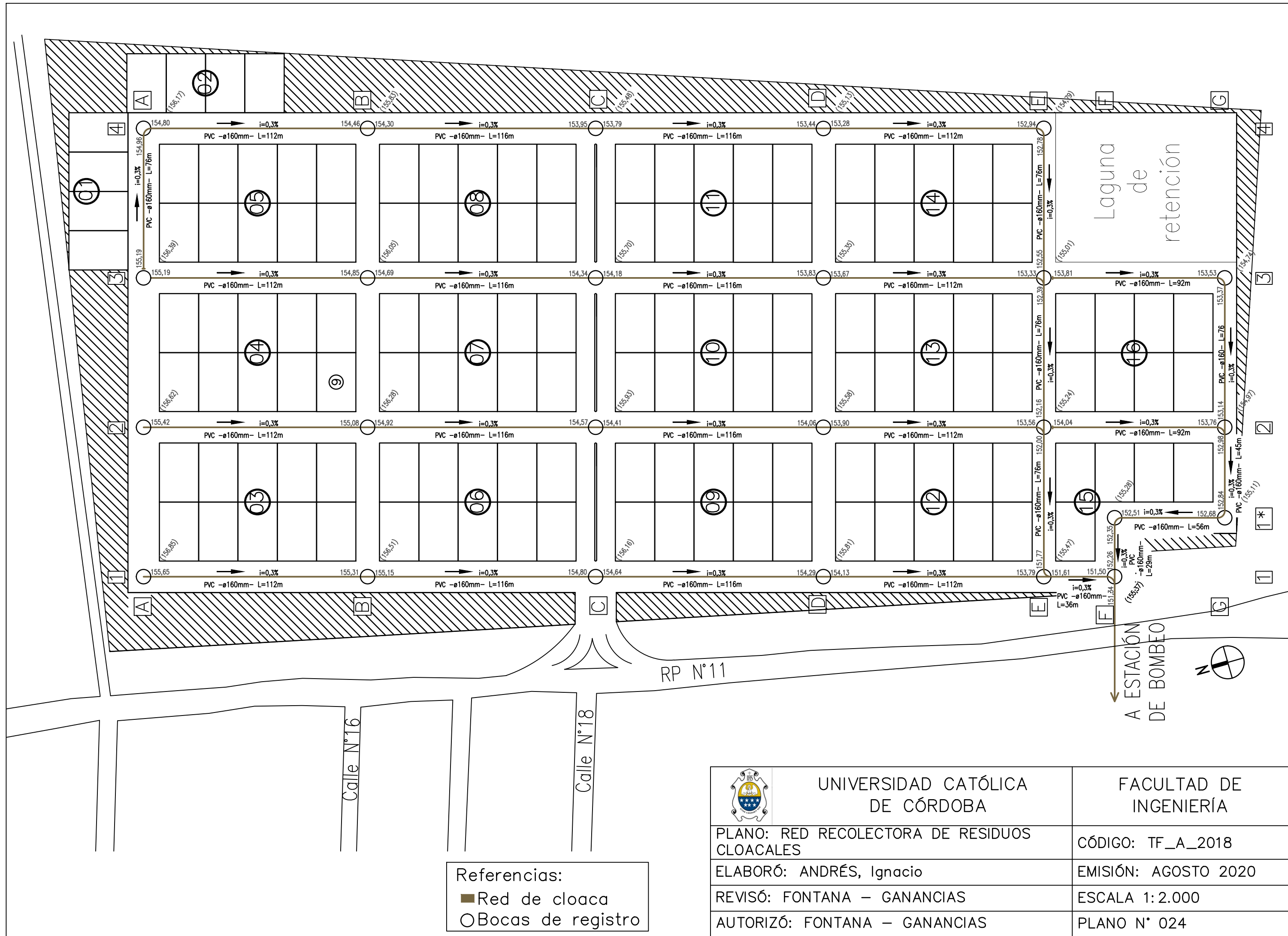
EMISIÓN: AGOSTO 2020

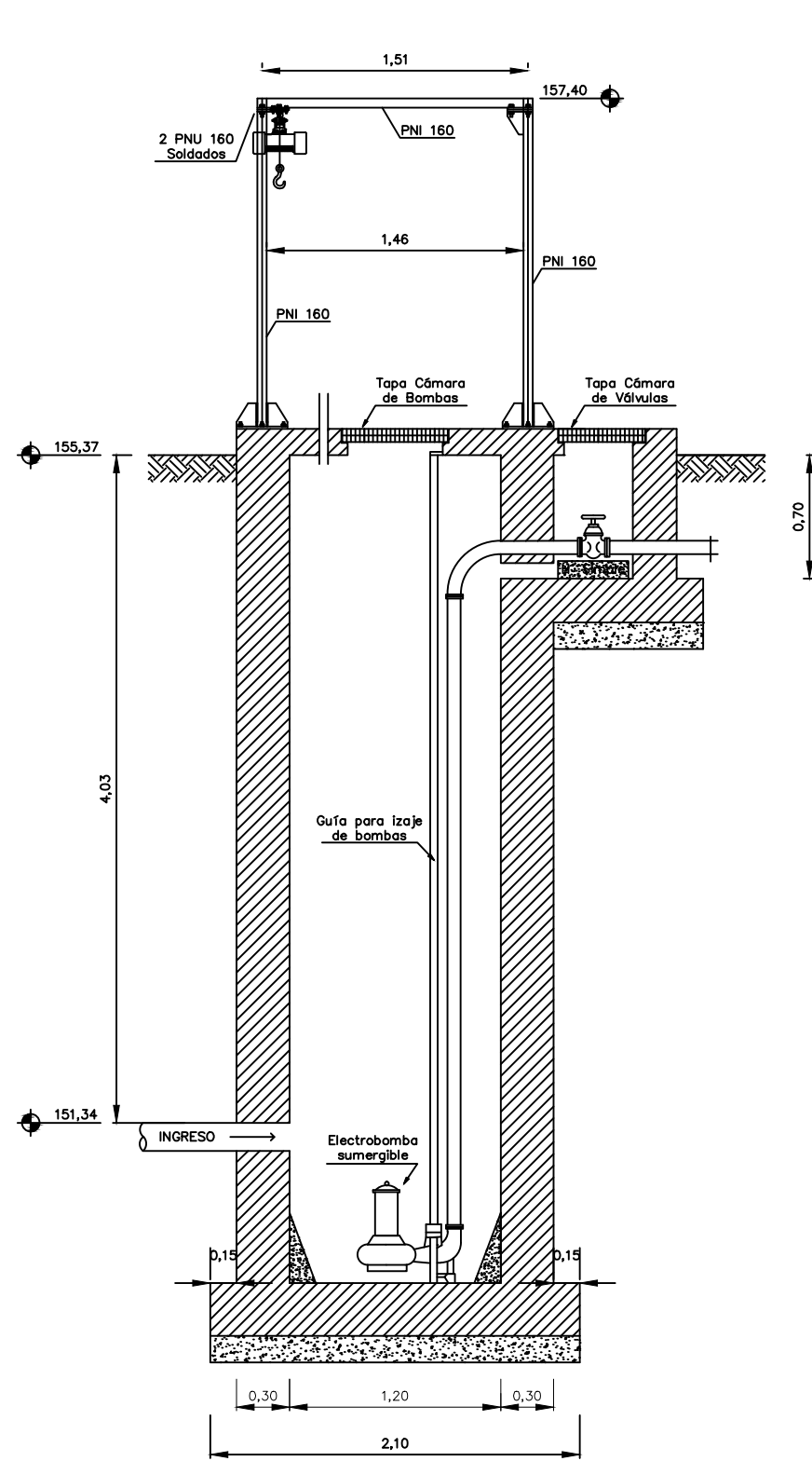
REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA 1:2.500

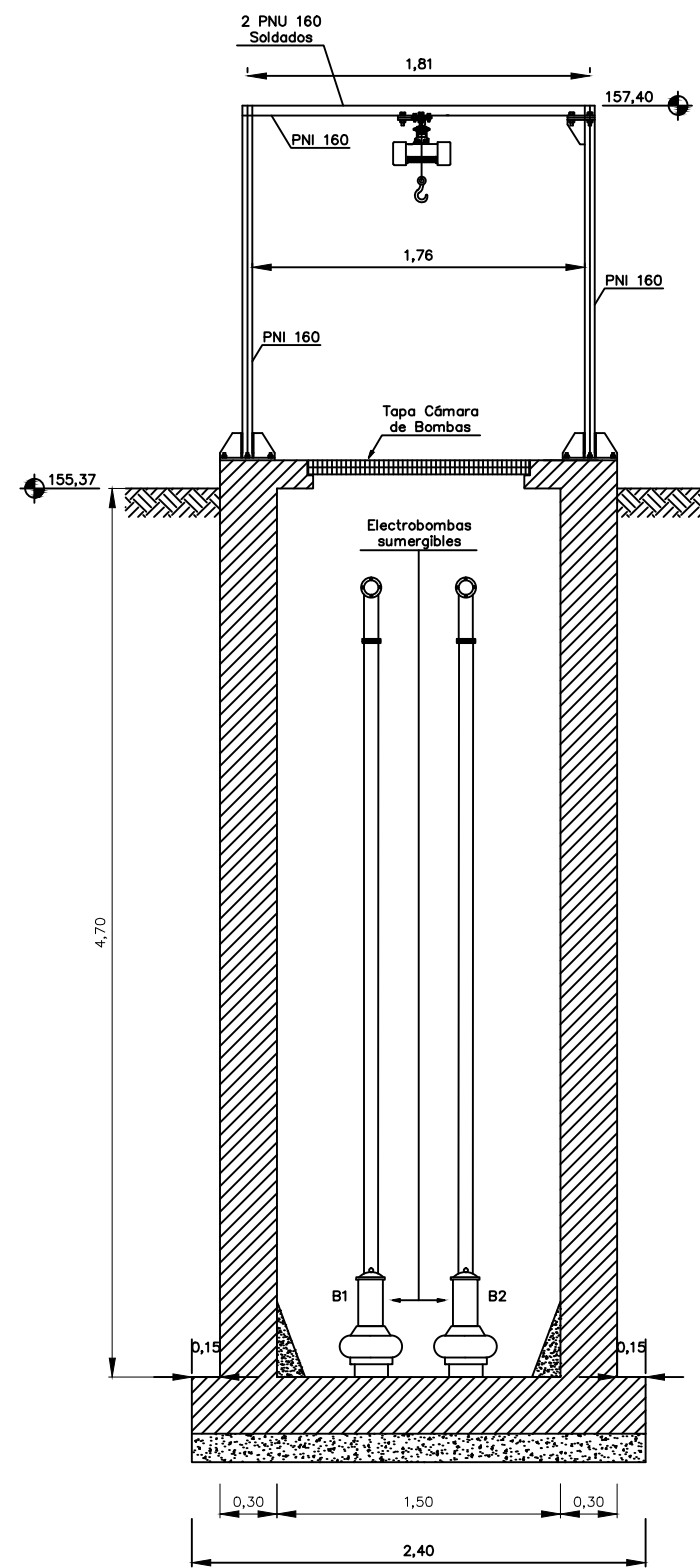
AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 023

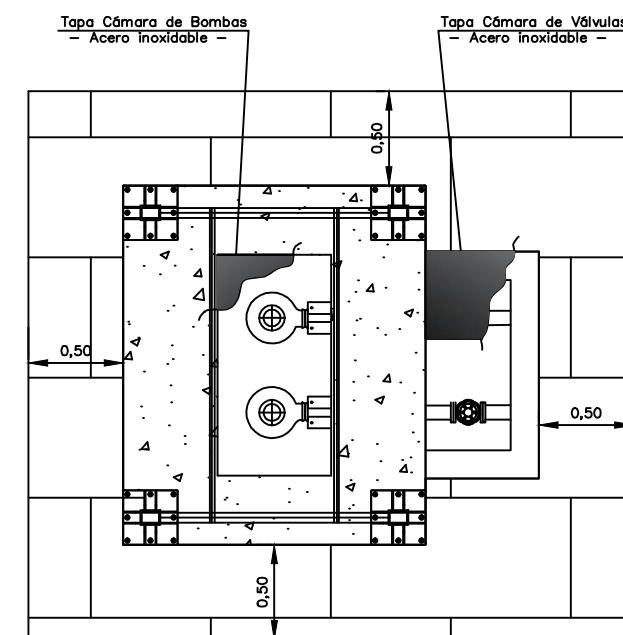
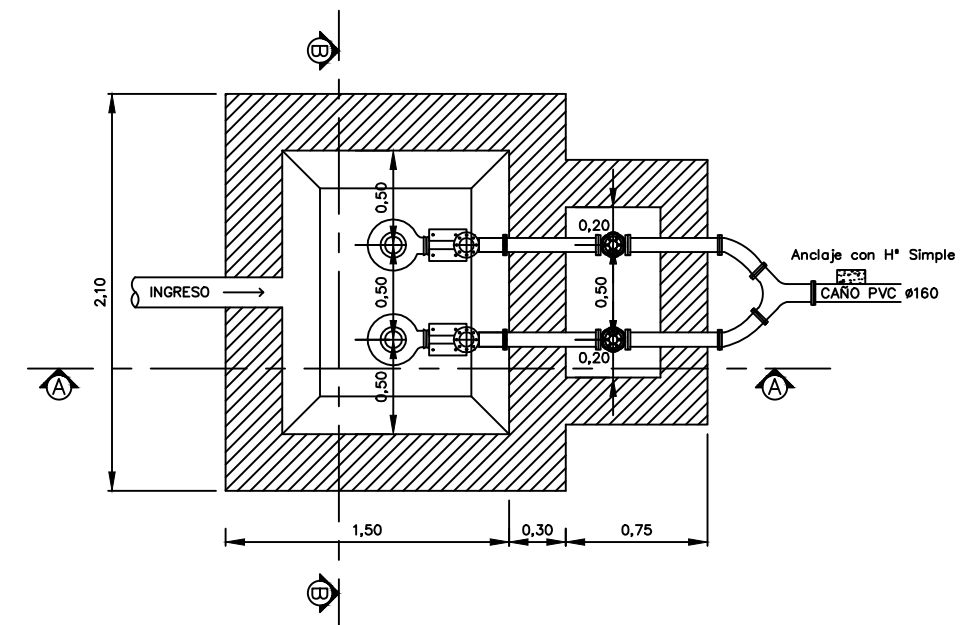




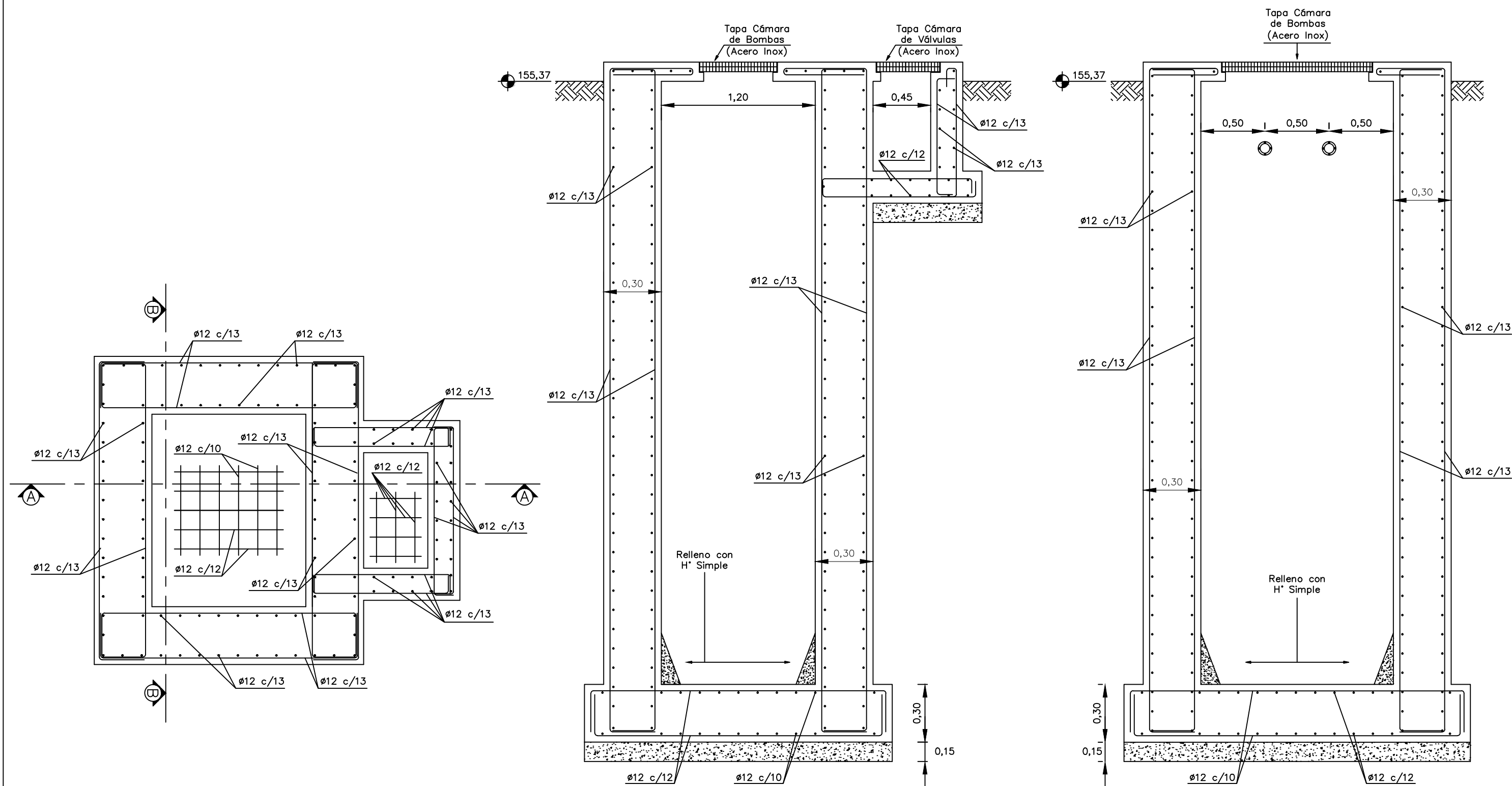
CORTE A – A



CORTE B – B



	<p>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</p>	<p>FACULTAD DE INGENIERÍA</p>
<p>PLANO: ESTACIÓN DE BOMBEO</p>	<p></p>	<p>CÓDIGO: TF_A_2018</p>
<p>ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio</p>	<p></p>	<p>EMISIÓN: AGOSTO 2020</p>
<p>REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS</p>	<p></p>	<p>ESCALA 1: 40</p>
<p>AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS</p>	<p></p>	<p>PLANO N° 025</p>



CORTE A – A

CORTE B – B



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE CÓRDOBA

FACULTAD DE
INGENIERÍA

PLANO: ARMADURAS ESTACIÓN DE BOMBEO

CÓDIGO: TF_A_2018

ELABORÓ: ANDRÉS, Ignacio

EMISIÓN: AGOSTO 2020

REVISÓ: FONTANA – GANANCIAS

ESCALA 1:30

AUTORIZÓ: FONTANA – GANANCIAS

PLANO N° 026